



Instytut Ekonomii i Finansów

mgr Urszula Mentel  
Politechnika Rzeszowska

**Warunki pogodowe  
jako determinanta zmienności na rynku akcji  
Behawioralna analiza ilościowa**

Dysertacja doktorska

Promotor pracy:  
dr hab. Sebastian Majewski, prof. US  
Uniwersytet Szczeciński



Oświadczam, że przedkładaną pracę doktorską napisałam samodzielnie. Oznacza to, że przy pisaniu pracy pt. *Warunki pogodowe jako determinanta zmienności na rynku akcji. Behawioralna analiza ilościowa*, poza niezbędnymi konsultacjami, nie korzystałam z pracy innych osób, a w szczególności nie zlecałam opracowania rozprawy lub jej części innym osobom ani nie odpisywałam rozprawy lub jej części od innych osób.

Jednocześnie przyjmuję do wiadomości, że gdyby powyższe oświadczenie okazało się nieprawdziwe, uchwała o nadaniu mi stopnia doktora zostanie cofnięta.

.....



*'Rynek ma psychologię, a dokładniej ma charakter.  
Ma myśli, przekonania, nastroje, a czasem burzliwe emocje.  
Cechą charakterystyczną rynku jest skrajna nerwowość.  
W jednej chwili jest pełna nadziei, a w następnej pełna niepokoju.  
Często wydaje się, że boi się dobrych wiadomości ekonomicznych, przez co martwi się inflacją.  
Krótko mówiąc, rynek bardzo przypomina stereotypowego inwestora indywidualnego'*

(Shefrin H. , 2005)



# Spis treści

<i>Wstęp</i> .....	9
<i>Rozdział 1 Teoretyczne podstawy analiz giełdowych</i> .....	13
1.1. Rynek kapitałowy jako centralna część rynku finansowego .....	13
1.2. Racjonalność i efektywność rynków .....	18
1.3. Instrumenty, uczestnicy rynku i metody wspierania decyzji .....	26
<i>Rozdział 2 Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej</i> .....	35
2.1. Ekonomia behawioralna – nowy trend w finansach .....	35
2.2. Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej .....	44
2.3. Analiza zachowań inwestorów i procesu decyzyjnego .....	50
2.4. Przyczyny różnic we wzorcach inwestowania .....	57
<i>Rozdział 3 Metodologia badania wpływu pogody na stopę zwrotu w świetle badań literaturowych</i> .....	61
3.1. Decyzje inwestycyjne w kontekście analizy emocji i nastrojów .....	61
3.2. Finanse behawioralne – nastroje inwestorów a wpływ pogody .....	71
3.3. Analiza ekonometryczna jako podstawowe podejście do badań .....	77
3.4. Ekonometryczne modelowanie nastrojów inwestorów giełdowych .....	81
<i>Rozdział 4 Nastrój inwestorów giełdowych w ujęciu czynników pogodowych. Analiza elementów wpływu</i> .....	87
4.1. Nastrój – pogoda – stopy zwrotu akcji .....	87
4.2. Dane meteorologiczne – koncepcja wykorzystania .....	92
4.3. Czynniki pogodowe, analiza własności .....	97
4.4. Zarządzanie ryzykiem pogodowym w ujęciu miar klasycznych – pomiar ryzyka .....	114
<i>Rozdział 5 Badanie wpływu informacji pogodowych na ceny akcji wybranych spółek</i> .....	121
5.1. Modelowanie wpływu nastroju inwestorów na ceny akcji wybranych spółek .....	121
5.2. Ekonometryczna analiza wpływu czynników pogodowych na stopy zwrotu podmiotów notowanych na GPW w Warszawie .....	158
<i>Wnioski</i> .....	197
<i>Bibliografia</i> .....	203
<i>Spis tabel</i> .....	225
<i>Spis rysunków</i> .....	227
<i>Summary</i> .....	229





## Wstęp

Z uwagi na naturę i nastrój, dobra pogoda uspokaja umysł i serce. Z drugiej strony ulewny deszcz prowadzi do depresji i 'ciężkiego serca', jak wspomniano w książce Christy F.T. (1982). Intuicja i wiara to różne cechy ludzi, na które wpływa pogoda powodując zmianę nastroju w zależności od sytuacji. Teoria finansów behawioralnych, podstawa niniejszej dysertacji, pozwala dostrzec, że dobra pogoda ma pozytywny wpływ na nastrój inwestora przy podejmowaniu jakiejkolwiek decyzji. Istnieją bowiem dowody potwierdzające, że nastroje pogodowe i decyzje dotyczące nastrojów prowadzą do wahań indeksów giełdowych.

Najczęstszym założeniem w modelach ekonomicznych jest to, że rynkami kierują racjonalne jednostki, które na podstawie dostępnych informacji dokonują wnioskowania i racjonalnych wyborów. Czy jednak tak jest naprawdę? Ludzie często kierują się nastrojem w swoich czynach i zachowaniu. Wiele badań psychologicznych potwierdza fakt, że w zależności od nastroju jednostki są bardziej predysponowane do oczekiwań pesymistycznych lub optymistycznych (Arkes, Herren i Isen, 1988); (Etzioni, 1988); (Romer, 2000). Dlatego też podmioty gospodarcze, w tym inwestorzy i gracze giełdowi, również powinni podlegać subiektywnym postawom (np. nastrojowi, uczuciom itp.) przy podejmowaniu decyzji. Co więcej, pogoda wpływa na nastrój ludzi w taki sposób, że słoneczne dni kojarzą się z pozytywnym postrzeganiem świata i informacji, podczas gdy dni deszczowe lub pochmurne często utożsamiamy z nastrojem depresyjnym i pesymizmem (Cunningham, 1979); (Howarth i Hoffman, 1984). Literatura psychologiczna dowodzi także, że ludzie czują się szczęśliwsi w słoneczne dni, podczas gdy brak słońca ma odwrotny skutek (Schwarz i Clore, 1983); (Eagles, 1994). Wynika to głównie z postrzegania jasnych kolorów i światła słonecznego jako czynników drażniących, które wpływają i wywołują pozytywne odczucia, podczas gdy szare niebo i ciemność są związane z negatywnymi emocjami. Istnieje nawet specjalna metoda leczenia światłem słonecznym niwelująca depresję, apatię i melancholię (McAndrew, 1993). W związku z tym pogoda może wpływać na graczy giełdowych, podobnie jak i na inne osoby, na ich decyzje poprzez psychologiczne kanały nastroju i percepcji. To z kolei może przekładać się na zyski z akcji, gdyż inwestorzy hipotetycznie chętniej kupują akcje podczas słonecznej pogody i są bardziej skłonni do sprzedaży w przypadku złych warunków pogodowych.

Powyższa argumentacja pozwala na sformułowanie głównego celu pracy, którym jest **próba oceny wpływu czynników pogodowych na zmienność rynku akcji**. Cel poboczny z kolei, to próba wskazania determinant meteorologicznych jako elementów sprawczych, w zakresie modelowania stóp zwrotu oraz wolumenu obrotu w odniesieniu do spółek sektorów energetycznego, paliwowego oraz budowlanego Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie.

Obydwa cele wynikają z dążenia do oceny behawioralnych aspektów w kontekście relacji z rynkiem giełdowym, ewentualnego wskazania czy i na ile czynniki ukryte pod postacią konkretnej wielkości meteorologicznej wpływają na nastroje inwestycyjne, a tym samym na procentowe zmiany cen akcji bądź też na liczbę kontraktów zawartych w danym

okresie. Niebagatelne znaczenie ma również chęć weryfikacji badań światowych w tym zakresie, pozwalających na potwierdzenie bądź zaprzeczenie pewnych literaturowych spostrzeżeń w odniesieniu do krajowego rynku giełdowego. Istotna, dla Autorki niniejszej dysertacji, jest również chęć wskazania ewentualnych pogodowych czynników determinujących zmiany na rynku akcji co może przyczynić się do trafniejszego prognozowania w zakresie zmian danego instrumentu finansowego, a zatem uwzględnienia w ich strukturze, poza zmiennymi stricte rynkowymi również elementów odpowiedzialnych za tzw. aspekt behawioralny.

Tak określonym celom odpowiada sformułowana w pracy hipoteza badawcza głosząca, że **czynniki pogodowe poprzez wpływ na nastroje inwestorów giełdowych determinują zmiany cen i wolumenu obrotu na GPW**. Wydaje się, że zaprezentowane w dalszej części dysertacji analizy pozwolą na jej pozytywną weryfikację. Nadmienić przy tym należy, że zastosowane analizy przyczynowości przy wykorzystaniu modelowania ekonometrycznego stanowią szerokie spectrum analiz ilościowych w tym zakresie. Głównym elementem tego typu badań jest dogłębna analiza relacji pogoda → rynek giełdowy.

Poza ogólną hipotezą sformułowaną powyżej określono hipotezy pomocnicze:

- czynniki pogodowe stanowią behawioralny element analiz kształtowania się cen instrumentów giełdowych,
- implementacja zmiennych meteorologicznych w modele prognostyczne wpływa na poprawę predykcji w zakresie jakości prognoz stóp zwrotu oraz wolumenu obrotu,
- koncepcja uwzględniania zmiennych meteorologicznych w analizie stopy zwrotu bądź wolumenu obrotu może być wykorzystywana dla przewidywań krótkookresowych w tym zakresie,
- zlokalizowanie stacji pogodowych w pobliżu miejsc największej koncentracji inwestorów indywidualnych (GPW) wpływa na parametry modeli autoregresyjnych dla stóp zwrotu i wolumenu obrotów,
- istnieje grupa inwestorów ściśle przywiązana do siedziby spółki, przez której reakcje na zmiany czynników pogodowych można zaobserwować istotne statystycznie zmiany stóp zwrotu i wolumenu obrotów,
- istotność czynnika pogodowego jako tzw. elementu sprawczego w modelowaniu nastroju inwestycyjnego, może wynikać z własności samej zmiennej meteorologicznej.

Dla realizacji tak postawionych hipotez badawczych niezbędne jest wprowadzenie założeń, które umożliwią prowadzenie badań naukowych w zakresie dysertacji:

- czynniki pogodowe poprzez wpływ na samopoczucie i zdrowie każdego człowieka, również inwestora giełdowego, powodują zmiany stanów emocjonalnych, co ma swoje odzwierciedlenie w podejmowanych decyzjach inwestycyjnych,
- struktura inwestorów, z punktu widzenia miejsca ich działalności, jest punktem odniesienia dla ustalenia lokalizacji stacji pogodowych na potrzeby prowadzonego badania. W przypadku większości spółek dominuje lokalizacja warszawska. Naukowa ciekawość powoduje jednak konieczność przeprowadzenia badań w oparciu zarówno o lokalizację GPW jak również lokalizację związaną z siedzibą spółki,

- różnice w otrzymanych parametrach funkcji regresji (typu (G)ARCH) są podstawą do wnioskowania o znaczeniu lokalizacji stacji pogodowych w Polsce dla badań nad wpływem czynników pogodowych na stopy zwrotu z akcji i wolumen obrotu, Realizacja celu i weryfikacja hipotez wymagały szerokich rozważań teoretycznych, metodologicznych i empirycznych. Konieczne zatem były:

- koherentna definicja finansów behawioralnych wraz z ich umiejscowieniem w strukturze ekonomii behawioralnej,
- literaturowy przegląd badań ogólnoswiatowych w zakresie modelowania nastrojów inwestycyjnych,
- analiza, przegląd i systematyzacja własności pogodowych szeregów czasowych,
- wskazanie empirycznych zastosowań metodologii *Value-at-Risk* oraz *bootstrap* w modelowaniu zmiennych meteorologicznych,
- przegląd i systematyzacja metod z zakresu analizy kointegracji oraz modelowania ekonometrycznego,
- wskazanie ograniczeń wynikających ze stosowania wymienionych metod,
- przeprowadzenie empirycznych badań związanych z modelowaniem stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w kontekście ewentualnych przyczynowości ze strony wybranych stanów pogodowych.

Przyjętemu celowi i sformułowanym hipotezom badawczym podporządkowano układ pracy. Dysertacja składa się z pięciu rozdziałów, z których pierwsze trzy to rozważania teoretyczno-metodologiczne, a ostatnie dwa stanowią empiryczne przykłady.

Rozdział pierwszy przedstawia zagadnienia związane z rolą rynku kapitałowego oraz jego umiejscowieniem w strukturze rynku finansowego. Ponadto porusza kwestie racjonalności i efektywności rynków w kontekście hipotezy rynku efektywnego (*Efficient Market Hypothesis EMH*) wywodzącej się z lat 70-tych ubiegłego stulecia. Znaczną część rozdziału stanowi również opis instrumentów i uczestników samego rynku wraz z charakterystyką metod wspierania decyzji.

Kolejna część to odniesienie do ekonomii behawioralnej jako dziedziny związanej z badaniami i teorią wzorców zachowań. To tutaj podejmuje się próbę periodyzacji zagadnień związanych z behawioralnością jak również opisu powszechnych teorii w tym obszarze. W rozdziale definiuje się finanse behawioralne jako nowo rozwiniętą podkategorię ekonomii behawioralnej, poprzez określenie głównego ich celu i opis interdyscyplinarności. Analiza zachowań inwestorów i charakterystyka procesu decyzyjnego, a także odniesienie do przyczyn różnic we wzorcach inwestowania, stanowią finalną część rozdziału.

Bezpośrednie nawiązanie do problematyki pracy to trzecia jej część. Tutaj bowiem przedstawiony zostaje opis decyzji inwestycyjnych w ujęciu analizy emocji i nastrojów. Charakterystyka finansów w relacji nastroje inwestorów, a wpływ pogody to zasadniczy trzon tej części pracy. Dokonuje się tutaj literaturowy przegląd badań odnośnie czynników pogodowych i zależności giełdowych. Wskazanie na ekonometryczny aspekt modelowania tego typu zagadnień kończy jego formułę. Przedstawione zostają wszelkie aspekty związane z istotnością efektu pogodowego w procesie modelowania zmienności instrumentów giełdowych.

Rozdział czwarty to początek empirycznego fragmentu dysertacji. Poza opisem nastroju w relacji pogoda → zwroty akcji przedstawiona zostaje problematyka danych

meteorologicznych i ich bezpośredniego wykorzystania. Taka struktura pozwala w konsekwencji przejść do ilościowej analizy własności czynników pogodowych jako tzw. elementów sprawczych. Przedstawienie procesu zarządzania pogodowego w ujęciu metod przedziałowych (*Value-at-Risk* i *bootstrap*) kończy zasadniczo tę część.

Całość dysertacji zamyka rozdział piąty poświęcony analizie wpływu informacji pogodowych na ceny akcji wybranych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. Próba badawcza w tym wypadku ogranicza się do podmiotów wchodzących w skład dwóch sektorów paliwowo-energetycznego oraz budowlanego. Modelowanie wpływu nastroju inwestorów na rynek giełdowy przeprowadzone jest dwuetapowo, zarówno w kontekście analizy przyczynowości w oparciu o klasyczną analizę regresyjną *OLS* (*ordinary least-squares*) czy też analizę kointegracji (test Johansena oraz test Engle-Grangera), ale również o zaawansowane modelowanie ekonometryczne klasy *ARCH*. Dodatkowym atutem przeprowadzonych w części końcowej pracy badań jest wzmocnienie analizy przyczynowości o modele *VAR* (*Vector AutoRegressive model*).

Konstrukcji pracy przyświecała idea wyodrębnienia i przedstawienia natury czynników pogodowych w kontekście ich odwzorowania w procesach decyzyjnych inwestorów giełdowych. Takie podejście może przyczynić się w pewnym sensie do wzmocnienia siły modeli prognostycznych w zakresie zmian instrumentów giełdowych. Głównym jednak motywatorem do jej napisania była chęć weryfikacji badań ogólnościowych w tym zakresie i ewentualne wskazanie istotności czynników meteorologicznych mających wpływ na nastroje inwestycyjne w warunkach krajowego rynku giełdowego.

Przedstawiona struktura pracy i treści zawarte w poszczególnych rozdziałach stanowią o jej wartości. Dysertacja łączy w sobie możliwości płynące z zastosowania modelowania ekonometrycznego w skutecznym podejmowaniu decyzji inwestycyjnych.

Praca w określonym zarysie może być użyteczna dla osób, których interesuje aspekt aplikacyjny metod i modeli przyczynowo-skutkowych oraz aspekt poznawczy zarządzania ryzykiem.

# Rozdział 1

## Teoretyczne podstawy analiz giełdowych

*Rynek kapitałowy to jedna z najważniejszych części gospodarki. To dzięki niemu przedsiębiorstwa mogą pozyskać kapitał na swój dalszy rozwój. Również dzięki rynkowi wolne, niezagospodarowane środki w gospodarce przeznaczone są do wykorzystania w najbardziej perspektywicznych branżach. Wreszcie dzięki rynkowi kapitałowemu setki przedsiębiorstw każdego dnia poddawane są surowej ocenie i krytyce inwestorów, dzięki czemu ich wycena może być uznawana za rzetelną.*

*W rozdziale poruszono zagadnienia dotyczące miejsca i roli rynku kapitałowego na rynkach finansowych oraz w finansowaniu inwestycji, starając się podkreślić rosnące znaczenie tego podsystemu, widoczne zarówno dla podmiotów gospodarczych, jak i dla wszystkich kategorii inwestorów. Ponadto odniesiono się do problematyki racjonalności i efektywności rynków by w konsekwencji skupić uwagę na instrumentach, uczestnikach i metodach wspierania decyzji.*

### 1.1. Rynek kapitałowy jako centralna część rynku finansowego

Dziś bardzo trudno wyobrazić sobie czasy, kiedy nie było banków, giełd, rynków pieniężnych, długów publicznych, kiedy majątek człowieka mierzono jedynie powierzchnią posiadanej ziemi, liczbą posiadanych zwierząt czy też traktowano jako liczbę rąk roboczych, których można by użyć do pracy w polu. Gospodarki prezentowały się wówczas w postaci złotych lub srebrnych kielichów, klejnotów, a lichwa - praktyka polegająca na naliczaniu odsetek od pieniędzy - była zabroniona zarówno przez prawo, jak i przez Kościół.

Rynek kapitałowy jest dziś rzeczywistością, z którą spotyka się każda nowoczesna gospodarka. Jest to rynek, którego konieczności nie da się zakwestionować, niezwykle dynamiczna i innowacyjna struktura, trwale dostosowująca się do otoczenia gospodarczego będąca jednocześnie jego wpływowym czynnikiem, stwarzającym szanse i w tym samym stopniu ryzyko dla wszystkich kategorii uczestników działalności gospodarczej, będąca repliką gospodarki narodowej na niewielką skalę, ale szczególnie reprezentatywna.

Jak podaje Czerwińska T. i Nowak A.Z. (2016) silny i efektywny rynek kapitałowy, będący segmentem rynku finansowego (Tabela 1.1), to przede wszystkim szansa na niższą cenę kapitału dla przedsiębiorców, wzrost transparentności obrotu gospodarczego, optymalizację alokacji oszczędności obywateli w krajowej gospodarce. Dzięki możliwości konwersji oszczędności w inwestycje pojawiają się nowe perspektywy rozwojowe dla firm. Przy dzisiejszych uwarunkowaniach, w których czynnik konkurencyjności odgrywa wielką rolę, otwierają się często możliwości inwestycji w wiedzę i kapitał ludzki. Rynek kapitałowy to nie tylko drożny kanał konwersji oszczędności w inwestycje, sprzyja on również procesom prywatyzacyjnym, restrukturyzacji, wdrażania innowacji i nowych technologii oraz podnoszenia efektywności przedsiębiorstw. Wraz z jego rozwojem pojawiają się nowe możliwości inwestycyjne, zwiększa się wachlarz instytucji, zajmujących się inwestycjami w imieniu posiadaczy nadwyżek kapitałowych, zwiększa się

także liczba inwestorów korzystających z oferowanych instrumentów (Tarczyński i Kunasz, 2002).

Tabela 1.1. Struktura rynku finansowego.

Rynek finansowy			
Rynek pieniężny	Rynek kapitałowy	Rynek terminowy	Inne segmenty
Segment rynku finansowego, na którym dokonywane są transakcje krótkoterminowymi instrumentami finansowymi. Krótkoterminowe papiery dłużne, to dłużne instrumenty finansowe o pierwotnym terminie zapadalności poniżej 1 roku.	Miejsce, w którym dokonywane są transakcje długoterminowymi instrumentami finansowymi. Zaliczamy do nich obligacje oraz akcje. Obligacje to długoterminowe instrumenty dłużne, czyli instrumenty o pierwotnym terminie zapadalności od roku 'wzwyż'. Natomiast akcje z reguły emitowane są na czas nieokreślony, a zatem z zasady są instrumentami długoterminowymi.	Rynek, na którym zawierane są transakcje tzw. instrumentami pochodnym (kontrakty terminowe, opcje)	Wyróżnić tutaj można chociażby rynek walutowy, co też odróżnia go od rynku pieniężnego. Dokonywany są tutaj obrót walutami obcymi.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Kachniewski, M., Majewski, B., Wasilewski, B. (2008). *Rynek kapitałowy i giełda papierów wartościowych*. Warszawa: Fundacja Edukacji i Rynku Kapitałowego.

Bazując na warunkach, w jakich powstał i rozwijał się, rynek kapitałowy jego zrozumienie wymaga zastosowania jednej z koncepcji umiejscawiającej go w strukturze rynku finansowego. Pierwsza a nich, kontynentalno-europejska przypisuje temu rynkowi bardziej złożoną strukturę, obejmującą rynek pieniężny, rynek hipoteczny i rynek finansowy. Natomiast w koncepcji anglosaskiej rynek kapitałowy jest obok rynku pieniężnego i ubezpieczeniowego elementem rynku finansowego.

Specyfika tego rynku wynika z wielu aspektów, ale definiujące i jednocześnie rozgraniczające w stosunku do innych elementów rynku finansowego są następujące cechy:

- jest to rynek wyspecjalizowany w transakcjach na średnio- i długoterminowych aktywach finansowych, w przeciwieństwie do rynku pieniężnego, który oferuje rozwiązania w zakresie refinansowania kapitałami krótko- i średnioterminowymi;
- jest to rynek publiczny, otwarty i przejrzysty w tym sensie, że każdy może być uczestnikiem tego rynku, bez widocznych barier wejścia lub wyjścia, a transakcje mają charakter publiczny;
- rozpowszechnianie informacji o tym rynku, ze względu na jego wielkość lub szybkość i możliwość równego odbioru przez wszystkich uczestników, jest prawdopodobnie najlepsze spośród istniejących w strukturach gospodarki rynkowej;
- mechanizmem obiegu kapitału są papiery wartościowe charakteryzujące się zbywalnością ceny i natychmiastową zbywalnością przy bardzo niskich kosztach transakcji;
- transakcja jest dokonywana za pomocą pośredników, którzy odgrywają kluczową rolę w łączeniu właścicieli lub emitentów papierów wartościowych z właścicielami kapitałów;
- wiąże się z ryzykiem zarówno dla emitenta, jak i dla inwestora, specyficznym dla każdego instrumentu finansowego, ale jednocześnie oferuje kompleksowe rozwiązania

w zakresie jego minimalizacji i rozproszenia, zarówno finansowego, jak i operacyjnego;

- jest to rynek zorganizowany w tym sensie, że transakcje zawierane są według określonych zasad, norm i reguł znanych i akceptowanych przez uczestników. Nie chodzi tu o administrowanie rynkiem, ale o jego regulację w celu stworzenia lub zachowania warunków dla rozwoju wolnej konkurencji, a więc systemu gwarantującego swobodny i otwarty charakter wszelkich transakcji.

W gospodarce rynkowej rola rynku kapitałowego jest pierwszorzędna. Właściwe jego funkcjonowanie jest niezbędne w celu efektywnego przekazywania transferu środków pieniężnych pomiędzy posiadaczami kapitału, a zgłaszającymi zapotrzebowanie na kapitał. Przez co rynek kapitałowy może znacząco wpłynąć na jakość decyzji inwestycyjnych.

W związku z powyższym można sprecyzować kilka zasadniczych cech dla tego typu rynku:

- gromadzi i transferuje kapitał pomiędzy uczestnikami rynku;
- wspiera proces inwestowania długoterminowego.
- zapewnia alokację nadwyżek kapitału;
- jest platformą dla usług pośrednictwa finansowego.
- reguluje rynek, dzięki czemu są bezpiecznym i transparentnym miejscem do prowadzenia obrotu.

O ile z szerszej perspektywy rynki kapitałowe postrzegane są jako rynek aktywów finansowych o długim lub nieskończonym terminie zapadalności, w rzeczywistości odgrywają one bardzo ważną rolę w mobilizowaniu zasobów i alokowaniu ich do kanałów produkcyjnych. Można więc powiedzieć, że proces wzrostu gospodarczego kraju usprawnia rynki kapitałowe. Poniżej omówiono najważniejsze ich funkcje i znaczenia:

- ożywia wzrost gospodarczy; rynki kapitałowe pomagają przyspieszyć proces wzrostu gospodarczego. Odzwierciedlają ogólny stan gospodarki. Rynek kapitałowy steruje prawidłową alokacją zasobów od osób posiadających nadwyżkę kapitału do osób go potrzebujących. Pomaga zatem w ekspansji przemysłu i handlu zarówno sektora publicznego, jak i prywatnego, prowadząc do zrównoważonego wzrostu gospodarczego;
- promuje kulturę oszczędzania; po rozwoju rynków kapitałowych system podatkowy i instytucje bankowe zapewniają inwestorom udogodnienia i środki w celu zwiększenia oszczędności. W przypadku braku rynków kapitałowych potencjalni inwestorzy mogliby zainwestować w nieproduktywne aktywa, takie jak ziemia lub złoto, lub po prostu pozwolić sobie na niepotrzebne wydatki;
- stabilizuje kursy papierów wartościowych poprzez promocję inwestycji długoterminowych, opartych na solidnych fundamentach; oprócz mobilizacji funduszy, rynki kapitałowe pomagają ustabilizować ceny akcji. Ograniczenie działalności spekulacyjnej i dostarczanie pożyczkobiorcom kapitału o niższym oprocentowaniu pomaga w stabilizacji cen papierów wartościowych;
- zapewnia swobodny dostęp do aktywów finansowych; inwestycje są dokonywane na rynkach kapitałowych w sposób ciągły. Zarówno kupujący, jak i sprzedający wchodzi w interakcje i handluje swoim kapitałem i aktywami za pośrednictwem platformy internetowej. Giełdy zapewniają odpowiednie platformy do handlu, dzięki czemu transakcje na rynku kapitałowym stają się łatwe.

Rynek kapitałowy można podzielić według różnych kryteriów. Najważniejsze z nich to klasyfikacja uwzględniająca przepływy finansowe (rynek *pierwotny* i *wtórny*); stopień organizacji rynku (rynek *giełdowy* i *pozagiełdowy*); stopień regulacji rynku (rynek *regulowany* i *nieregulowany*) (Tarczyński i Zwolankowski, 1999).

Pierwszy z wymienionych podziałów związany jest bezpośrednio z momentem dokonania transakcji. Rynek pierwotny ma za zadanie lokowanie emisji papierów wartościowych w celu przyciągnięcia dostępnych kapitałów finansowych w średnim i długim okresie, zarówno na wewnętrznych rynkach kapitałowych, jak i na międzynarodowym, atrakcyjnym dla gospodarek publicznych.

Rynek wtórny - po wprowadzeniu papierów wartościowych do obrotu, poprzez emisję na rynku pierwotnym, są przedmiotem transakcji na rynku wtórnym. Istnienie tego typu rynku daje posiadaczom akcji i obligacji możliwość ich kapitalizacji, zanim przyniosą zysk (dywidendy lub odsetki). Rynek wtórny stanowi jednocześnie sposób na skupienie się w tym samym miejscu inwestorów prywatnych lub instytucjonalnych, którzy mogą sprzedawać lub kupować papiery wartościowe, mając gwarancję, że są one wartościowe i mogą w dowolnym momencie zostać ponownie wprowadzone do obiegu. Rynek wtórny jest też niemal doskonałym wyrazem swobodnego dostosowywania się podaży do popytu na papiery wartościowe, będąc barometrem przede wszystkim zapotrzebowania na kapitał, ale także stanu gospodarczego, społecznego i politycznego kraju. Z tego punktu widzenia wtórny rynek kapitałowy można uznać za rynek doskonały, na którym prawo popytu i oferty znajduje idealny teren dla jego niechronionego działania. Zapewniając mobilność kapitałów, płynności w długim i średnim okresie, zbywalności wszelkich papierów wartościowych, które przechodzą przez rynek pierwotny, rynek wtórny przyciąga jednocześnie inwestorów profesjonalnych, ale także amatorskich, mając nadzieję na maksimum zysku w rekordowym czasie.

Odnosząc się z kolei do stopnia zorganizowania rynku, jak wskazano już wcześniej można wyróżnić rynek giełdowy i pozagiełdowy (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Kryteria charakteryzujące rynek giełdowy i pozagiełdowy.

Rynek giełdowy	Rynek pozagiełdowy
<ul style="list-style-type: none"> <li>• transakcje zawierane w określonym miejscu i czasie, a kursy kształtowane według określonych reguł, tj. przyjętego systemu notowań;</li> <li>• informacje dotyczące kształtowania się kursów akcji i wartości obrotów przekazywane do publicznej wiadomości;</li> <li>• handel sprawdzonym 'towarem' – do obrotu dopuszczone papiery wartościowe emitentów spełniających określone kryteria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• miejsce, czas i warunki zawarcia transakcji każdorazowo mogą być inne i zależą od woli stron transakcji;</li> <li>• uczestnicy poszczególnych transakcji nie mają obowiązku przekazywania komukolwiek informacji odnośnie zawartych transakcji;</li> <li>• można dokonywać transakcji papierami wartościowymi dowolnych emitentów.</li> </ul>

Źródło: Kachniewski, M., Majewski, B., Wasilewski, B. (2008). *Rynek kapitałowy i giełda papierów wartościowych*. Warszawa: Fundacja Edukacji i Rynku Kapitałowego.

Giełda jest ważną instytucją rynku kapitałowego, specyficzną dla gospodarki rynkowej, która koncentruje w tej samej przestrzeni geograficznej i gospodarczej popyt i ofertę papierów wartościowych, w sposób jawny, swobodnie i trwale negocjowany, w oparciu o znane regulacje. Giełdy zawsze stanowią niezwykle wrażliwy i dokładny barometr status quo w dziedzinie gospodarczej, geopolitycznej i walutowej. Cena, za jaką



negocjowane jest zabezpieczenie, dokładnie odzwierciedla sytuację ekonomiczno-finansową firmy, która je wystawiła, w sensie pozytywnym lub negatywnym (Thiel S. , 2010).

Pytanie, które zawsze zadają sobie przedsiębiorcy, mniejsze lub większe firmy, brzmi: jaki jest optymalny sposób finansowania inwestycji? Odpowiedzi nie jest wiele i z biegiem czasu są zawsze takie same: albo skorzystanie z własnych środków, albo zwrócenie się o dotację od państwa lub innej instytucji, uzyskanie kredytu bankowego czy zwrócenie się na giełdę. Pierwsza opcja jest możliwa tylko dla tych, którzy posiadają niezbędny kapitał. Druga zależy od wyjątkowych sytuacji. Jeśli chodzi o kredyt bankowy, choć jest to wariant bardziej realistyczny niż pozostałe, to nie jest najbardziej poszukiwany. Po pierwsze dlatego, że jest drogi (oprocentowanie jest generalnie dość wysokie), a po drugie banki wyznaczyły szereg trudnych i surowych warunków, często niełatwych do spełnienia przez wnioskodawcę.

Możliwość pozyskania przez przedsiębiorcę lub firmę pieniędzy (kapitału), unikając problemów, jakie stwarzają powyższe opcje, stanowi publiczna sprzedaż akcji lub obligacji za pośrednictwem giełdy. Zapewnia ona najkrótszy i najbardziej efektywny obieg pomiędzy gospodarkami lub chwilową nadwyżką kapitału tych, którzy chcą inwestować średnio lub długoterminowo (czy to firmy, fundusze, banki, firmy ubezpieczeniowe czy zwykłe osoby prywatne) oraz potrzeby finansowania przedsiębiorców lub spółek handlowych. Giełda staje się więc dla banków silnym konkurentem, stanowiąc poważną alternatywę dla kredytu bankowego, często droższego i trudniejszego do zdobycia (Dudycz, 2013).

Z powyższego jasno wynika, że główną rolą rynków akcji jest finansowanie gospodarki (zwłaszcza podmiotów gospodarczych) poprzez mobilizację kapitałów w średnim i długim okresie. Kolejną ważną rolą giełdy jest to, że ułatwia ona obieg kapitałów, które można łatwo przekształcić w płynność lub zamienić na inne papiery wartościowe, sprzedając je lub odsprzedając na tym rynku.

Najważniejszą funkcją giełdy jest to, że dokonywane są tu transakcje papierami wartościowymi wyemitowanymi i pierwotnie umieszczonymi na pierwotnym rynku kapitałowym. Po wyemitowaniu i ulokowaniu papierów wartościowych można nimi swobodnie handlować na giełdzie ze względu na ich zbywalny charakter, gwarantując w ten sposób inwestorowi odzyskanie ulokowanych środków pieniężnych, oczywiście za ich wartość w danym dniu (Dziawgo, 2012).

Giełda jest również miejscem i instrumentem niektórych ważnych reorganizacji i restrukturyzacji sektora. Na giełdach następuje redystrybucja finansowania w gospodarce: fundusze finansowe są zorientowane na bardziej lukratywne lub perspektywiczne dziedziny, ponieważ inwestor może bardzo łatwo sprzedać tutaj papiery, których nie uważa już za bardzo dobrą lokatę i inwestować w sektor, który uważa za atrakcyjniejszy.

Innym interesującym aspektem jest coraz częstsze przejmowanie spółek i fuzje na giełdzie. Giełda ułatwia te operacje i stanowi główny instrument, za pomocą którego przeprowadza się wezwania. Wezwanie to czynność przeprowadzana za pośrednictwem firmy pośredniczącej, za pośrednictwem której inwestor zgłasza chęć nabycia części lub całości akcji na rynku spółki handlowej, którą jest zainteresowany, po ustalonej cenie i w ściśle określonym terminie czas. W ten sposób większość przejęć, transferów i fuzji odbywa się na giełdzie.

Na giełdzie cena kupna-sprzedaży notowanych papierów wartościowych jest stale ustalana i wyświetlana. Oferuje ona zatem systematyczne informacje o kursie notowanych papierów wartościowych, o spółkach giełdowych, a nawet o całej gospodarce. W tym sensie ważnym wskaźnikiem jest kapitalizacja giełdowa notowanej spółki, która pokazuje jej wartość rynkową: oblicza się ją mnożąc całkowitą liczbę akcji spółki przez jej kurs rynkowy. W celu oszacowania rozmiarów giełdy całkowitą kapitalizację giełdową można również obliczyć, dodając wszystkie wartości giełdowe (kapitalizacje giełdowe) spółek notowanych na danych rynkach.

Wreszcie, giełda szczególnie dokładnie odzwierciedla ogólną sytuację gospodarki, jej trendy i perspektywy. Szczególnie przydatne do tego celu jest badanie indeksów giełdowych, obliczonych jako średnia ewolucji i wolumenu transakcji dla reprezentatywnej próby akcji lub ich całości, na każdej giełdzie.

Gromadzenie chwilowo dostępnych kapitałów w gospodarce, realokacja tych niewystarczających lub nieefektywnie skapitalizowanych w pewnym momencie, a nawet sprzyjanie restrukturyzacji niektórych sektorów, mają na celu zarysowanie miejsca zajmowanego obecnie przez rynek kapitałowy w gospodarce wielu krajów, nie tylko tych najbardziej rozwiniętych.

Stwierdzenie, że w krajach rozwijających się taką samą uwagę należy poświęcić tworzeniu i rozwijaniu wydajnego rynku finansowego, jest uzasadnione, podobnie jak troska o rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej. Ma to większe znaczenie w krajach transformujących się, biorąc pod uwagę konieczność przeorientowania zasobów z sektorów nieefektywnych na efektywne, zapewniając w ten sposób wzrost efektywności gospodarki, wspierając proces reform gospodarczych, a nawet działania prywatyzacyjne.

Podział zbliżony do powyższego to wymieniona jako ostatnia klasyfikacja według zakresu regulacji rynku. Rynek regulowany to rynek, na którym dostępne są instrumenty finansowe dla tzw. drobnych inwestorów. Są to instrumenty spełniające określone wymogi, przede wszystkim w zakresie ujawniania informacji o emitencie danego instrumentu, o samym instrumencie oraz o ryzyku inwestycyjnym związanym z tym instrumentem. Po spełnieniu tych wymagań instrument może zostać zaoferowany każdemu nabywcy. Rynek nieregulowany to pozostała część uczestników rynku – na nim zawierane są transakcje niedostępne dla nieprofesjonalnych inwestorów (Kachniewski, Majewski i Wasilewski, 2008).

## 1.2. Racjonalność i efektywność rynków

Od dziesięcioleci toczy się w świecie nauki i praktyki dyskusja o zasadność hipotezy rynku efektywnego (*Efficient Market Hypothesis EMH*), przeciwko której podawane są realne przypadki rynkowe. Szczególnie w czasach kryzysów dyskusja o zasadności założeń tych hipotez przybiera na sile. Zgodnie z definicją Fama E.F. (1970) efektywny rynek finansowy jest rynkiem, na którym inwestorzy są całkowicie racjonalni<sup>1</sup> i mogą w pełni wykorzystać wszystkie informacje rynkowe, jednocześnie maksymalizując ich oczekiwaną użyteczność (Majewski, 2012). Chociaż w latach siedemdziesiątych XX wieku stała się głównym nurtem doktryny akademii i praktyki finansowej, teoria ta nie

---

<sup>1</sup> Racjonalność to ‘dokonywanie wyboru pozostającego w zgodzie z uporządkowanym zbiorem preferencji, które są zupełne i tranzytywne, w warunkach doskonałego i nie związanego z żadnymi kosztami dostępu do informacji’ (Blaug, 1995)

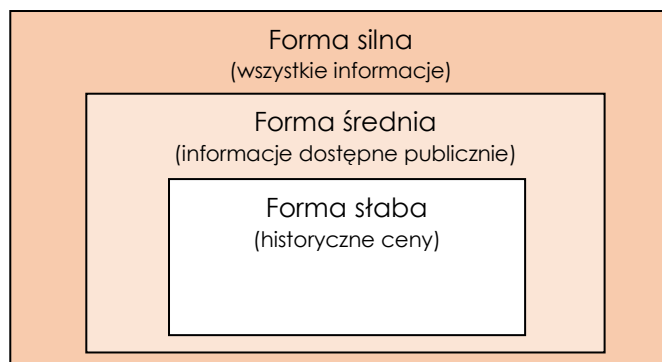
jest oczywista. Psychologowie kwestionują możliwość wystąpienia wyidealizowanych jednostek o racjonalnych oczekiwaniach, podejmujących przemyślane i w pełni przekalkulowane decyzje. Z innej strony wraz ze wzrostem liczebności zbioru danych empirycznych na rynku zaczęto zauważać zjawiska takie jak efekt kalendarza, irracjonalny dobrobyt, efekt skali i inne. W konsekwencji sama teoria została poddana ocenie opinii zarówno ekspertów rynku finansowego jak i pojedynczych inwestorów. W ten sposób w dyskursie naukowym znalazły swoje miejsce finanse behawioralne, które nie stanowią do tej pory koherentnej teorii naukowej a jedynie konglomerat anomalii, fenomenów rynkowych i heurystyk zaburzających idealny obraz rynku efektywnego, na którym każda istotna informacja znajduje swoje odzwierciedlenie tak szybko jak to tylko jest możliwe (Babula i Blajer-Gołębiowska, 2008).

Pomimo idealnych założeń hipotezy efektywnego rynku nie można wprost zanegować podstaw leżących u jej założenia. Mimo ewidentnie niemożliwych do spełnienia założeń teoria ta może skutecznie wpływać na rzeczywiste zachowania uczestników rynku. Zgodnie z kapitułą przyznającą Nagrodę Banku Szwecji im. Alfreda Nobla należy przyznać, że zbudowanie tej hipotezy stało się kamieniem węgielnym głównego nurtu finansów. Szereg teorii, takich jak wycena aktywów finansowych przy pomocy modelu CAPM, opiera się na istnieniu rynku efektywnego i mimo zastrzeżeń do EMH nadal jest powszechnie stosowana przez większość uczestników rynku. Dzięki temu, że realia rynku często mijają się z pojęciami efektywności i racjonalności, przez co nie umożliwiają logicznego wyjaśnienia niektórych zdarzeń rynkowych, to stanowią ważny element wzbogacający teorię finansów i wyznaczający kierunek formułowania polityki (Gilson i Kraakman, 1984). Gdyby dopuścić pewną elastyczność założeń EMH i potraktować ją jako funkcję tarcia na rynku (automatycznego dostrajania się rynku) dzięki między innymi dostępności do informacji związanych z wartością, to wydaje się, że można by było mówić o mechanizmie, który powoduje, że ceny zaczęły odzwierciedlać najistotniejsze informacje (Gilson i Kraakman, 2014).

Fama E.F. uznaje cenę za najbardziej precyzyjną miarę efektywności alokacji zasobów na rynku, co oznacza, że wszystkie istotne informacje mogące mieć wpływ na jej wysokość są niezwłocznie w niej odzwierciedlane (Fama E. F., 1970). Według EMH informacje mogą wpływać na wahania cen w różnym stopniu w zależności od rodzaju informacji, co będzie miało swoje odbicie w szybkości reakcji dostosowywania się cen do nowych, istotnych informacji a tym samym będzie prowadzić do ustalenia adekwatnej ceny dla rzeczywistych walorów. Stąd uzależniając od stopnia, w jakim ceny papierów wartościowych reagują na informacje, zaproponowano trzy rodzaje efektywności informacyjnej rynków finansowych: słaba, pół-silna (średnia) i silna (Rysunek 1.1):

- słaba forma efektywności (*weak form of efficiency*) – to sytuacja, w której ceny papierów wartościowych odzwierciedlają wszystkie informacje o tych papierach dostępne na rynku kapitałowym. Tymi informacjami są historyczne ceny papierów wartościowych, informacje o przeszłym wolumenie, liczbie krótkich pozycji, wartości transakcji pakietowych itp. Część prac uznaje, że obecne ceny akcji już odzwierciedlają wszystkie historyczne dane rynkowe, takie jak historyczne notowania czy wolumeny obrotów (Bodie, Kane i Marcus, 2007). Można zatem twierdzić, że w przypadku wielu instrumentów finansowych można odnaleźć okresy, w których słaba forma efektywności występuje a to z kolei jest zgodne z wynikami niektórych badań nad hipotezą błędzenia losowego, wskazującymi na niezależność w czasie

zmian cen papierów wartościowych (Dixon i Holmes, 1992). Występowanie choćby słabej efektywności rynku ogranicza możliwości uzyskiwania ponadnormatywnych korzyści przy wykorzystaniu metod analizy technicznej (Jones, 1993). Można jednak wspomagać decyzje inwestycyjne wykorzystując analizę fundamentalną lub, co nie jest wskazane, wykorzystując informacje poufne;



Rysunek 1.1. Formy efektywności rynku.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Jones, C. P. (1993). *Investments*. John Wiley & Sons.

- średnia forma efektywności (*semi-strong form of efficiency*) – jest sytuacją, w trakcie której ceny papierów wartościowych odzwierciedlają wszystkie publicznie dostępne informacje o tych papierach. Przez publicznie dostępne informacje należy w tym wypadku rozumieć zarówno dane rynkowe jak i wszystkie inne powszechnie dostępne informacje o emitencie papierów wartościowych, wśród których można wyróżnić między innymi raporty bieżące, informacje o zdarzeniach korporacyjnych, sprawozdania finansowe (w tym dane historyczne) w tym podstawowe dane dotyczące linii produktów firmy, prognozy zysków, dywidendy, ogłoszenia o podziale akcji, jakość zarządzania, struktura bilansu, posiadane patenty itp. Są to powszechnie wykorzystywane dane w metodach związanych z analizą fundamentalną, stąd korzystanie przez inwestorów z tego typu analiz, jak i metod analizy technicznej, nie może skutkować uzyskiwaniem przez nich ponadnormatywnych korzyści, gdyż zarówno ceny z przeszłości jak i informacje finansowe są publicznie dostępnymi informacjami (Bodie, Kane i Marcus, 2007) (Dixon i Holmes, 1992). W tym wypadku tylko osoby korzystające z informacji poufnych mogłyby osiągać znaczące wyższe korzyści przy istnieniu tej formy efektywności.
- silna forma efektywności (*strong form of efficiency*) – to sytuacja, w której ceny na rynku odzwierciedlają wszystkie informacje o tych papierach, w tym również informacje niepubliczne (poufne). Przyjęcie założenia prawdziwości hipotezy o efektywności rynku w formie silnej jest równoznaczne z uznaniem, że na rynku nie ma uczestników, którzy mogliby posiadać dostęp do unikalnych, niedostępnych i wrażliwych informacji (poufnych). Dostępnymi informacjami są zatem wszystkie informacje (publiczne i prywatne), w tym również historyczne notowania aktywów finansowych. Na tak idealnym rynku ceny zawsze byłyby uczciwe i żaden inwestor (analityk techniczny i/lub fundamentalny) nie może uzyskać przewagi rynkowej (Brealey, Myers i Marcus, 1999).

W rzeczywistości wskazanie metody lub standardu oceny efektywności alokacji zasobów finansowych na rynku kapitałowym jest najbardziej korzystnym przejawem hipotezy efektywnego rynku. Klucz do efektywnej alokacji zasobów finansowych zależy od tego, czy istnieje skuteczny mechanizm wyceny na rynku kapitałowym i czy cena produktów finansowych dokładnie odzwierciedla niedobór odpowiednich zasobów finansowych. Jeśli alokacja zasobów jest efektywna, ceny różnych produktów finansowych powinny prawidłowo odzwierciedlać ich wewnętrzną wartość. De facto oznacza to, że zjawisko ponadnormatywnych zysków zostaje wyeliminowane. Jeśli zaś cena aktywów finansowych nie odzwierciedla odpowiednich informacji to nieefektywność dystrybucji informacji skutkuje spowolnieniem reakcji inwestorów na te informacje. Stąd EMH jest nazywana hipotezą efektywności informacyjnej.

W praktyce jednak rynki rzadko można w łatwy sposób dopasować do odpowiedniej formy. Częściej spełniają one niektóre postulaty (są pozytywnie weryfikowane przez testy statystyczne) jednej z form, jednocześnie nie spełniając innych. Dlatego ważne jest, aby działalność inwestycyjna spełniała założenia rynku efektywnego (Jones, 1993) (Shleifer A. , 2000). Można je przedstawić w następujący sposób:

- inwestorzy są racjonalni i potrafią oszacować wartość papierów wartościowych;
- inwestorzy nie są pod pewnymi względami racjonalni, ale ponieważ transakcje na papierach wartościowych między nimi są przypadkowe, ich nieracjonalność będzie się wzajemnie znosić (neutralizować), a cena papierów wartościowych nie ulegnie zmianie;
- irracjonalni inwestorzy będą popełniać w niektórych przypadkach błędy, ale działania inwestorów racjonalnych wyeliminują wpływ tych błędów na wszelkie wahania cen (Shleifer A. , 2000).

Zwolennicy teorii efektywności zakładają, że rynek papierów wartościowych jest kontrolowany przez racjonalnych handlowców, podczas gdy irracjonalne zachowania istnieją, jest ich bardzo niewiele, a ich pojawienie się jest zrównoważone przez racjonalne zachowanie.

Obserwując ewolucję pojęć związanych z efektywności rynku zauważa się, że często pojęcie efektywności informacyjnej rozpatrywane jest łącznie z terminem racjonalność.

Racjonalność<sup>2</sup> ma wiele różnych poziomów interpretacji i konotacji. W finansach odnosi się do kompleksowości informacji i dążenia do optymalizacji celu. Racjonalni inwestorzy dążą do maksymalizacji oczekiwanej użyteczności - taką racjonalność nazywa się również 'racjonalnością ekonomiczną' (Smith A. , 1776). Podstawą teoretyczną EMH jest hipoteza głosząca, że każda racjonalna jednostka posiada dostęp do pełnej informacji i kierując się maksymalizacją własnej użyteczności podejmuje decyzje zgodne z zasadami neoklasycznej ekonomii. Zgodnie z taką sylwetką zauważa się pewne warunki charakterystyczne, które muszą zaistnieć by jednostka racjonalna mogła dokonywać wyboru:

---

<sup>2</sup> Pojęcie racjonalności ewaluowało w teorii ekonomii. Dla przykładu Szarzec K. wskazuje, że dyskusje w zakresie racjonalności działania gospodarczego obejmują próby określenia zachowania pośredniego pomiędzy koncepcją 'homo oeconomicus' a 'homo sociologicus' (Szarzec, 2003). Z kolei Klimowski C. (Klimowski, 2002) wskazuje, że modelowanie racjonalności wymaga analizy złożonych problemów zarządzania informacją. Zagadnienia te są wyjątkowo trudne i w chwili obecnej pozostają nierozwiązane.

- każda decyzja jednostki powinna być oparta na maksymalizacji ‘racjonalnych oczekiwań’, gdzie oczekiwanie oznacza najlepsze prognozy wykorzystujące wszystkie dostępne informacje (np. najlepsze przypuszczenia co do przyszłości);
- stałość preferencji i systematyczna kolejność wyborów;
- łatwość identyfikacji możliwych alternatyw dla podejmowanej decyzji;
- możliwość dokonywania złożonych porównań i obliczeń w procesie decyzyjnym;
- możliwość poprawnego oszacowania prawdopodobieństwa.

Warunkiem zachowania równowagi na rynku papierów wartościowych są racjonalne oczekiwania (Fama E. F., 1970). Rynek dynamicznie się zmienia poprzez napływ nowych informacji, koncepcji czy idei. Opierając się na założeniu, że cena odzwierciedla wszystkie istotne informacje o aktywach finansowych, inwestorzy podejmując decyzje na podstawie ceny oczekują maksymalizacji użyteczności, a tym samym osiągnięcia równowagi psychologicznych oczekiwań. Istnienie rynku efektywnego powoduje, że uzyskana cena w danym momencie jest ceną równowagi i dopóki zawiera wszystkie istotne informacje nie skłania do transakcji (wprowadzania stanu nierównowagi).

Inwestorzy o racjonalnych oczekiwaniach są aktywnymi twórcami zarówno w sensie teoretycznym i praktycznym hipotezy efektywnego rynku, ponieważ ich racjonalność pozwala na eliminację asymetrii informacji na rynku. Zarówno rynkowa jak i wewnętrzna wartość papierów wartościowych prowadzi do uzyskania takich samych oszacowań przepływu środków pieniężnych, a co za tym idzie również stopy dyskontowej dla przyszłych zysków z akcji. Stąd akceptacja inwestorów założenia o tym, że cena rynkowa jest podstawową wartością papierów wartościowych (Fama E. F., 1998).

Hipoteza rynku efektywnego zakłada, że na rynku racjonalni inwestorzy potrafią poprawnie określić cenę papierów wartościowych i jest ona zwykle bliska ceny równowagi. Niestety z powodu działalności spekulantów (*‘noisy traders’* – inwestorzy wprowadzający redundantne informacje na rynek) cena bywa wyprowadzana ze stanu równowagi (Gilson i Kraakman, 2014). W takiej sytuacji inwestorzy racjonalni będą się starać poprzez transakcje kupna i sprzedaży do doprowadzenia do ustalenia nowej ceny równowagi, która wyeliminuje wpływ spekulantów i wprowadzanych przez nich informacji na cenę danego waloru. Podobne działania będą podejmowane w odniesieniu do niedoszacowanych aktywów.

Kolejnym założeniem wprowadzonym znacznie później niż sama hipoteza rynku efektywnego – było to efektem zarzutów podnoszonych wobec EMH powodowanych odkrywaniem anomalii rynkowych – jest uznanie pojawiających się działań inwestorów irracjonalnych jako zupełnie marginalnych, których efekty znoszą się i nie mają wpływu na ceny papierów wartościowych, a nawet jeśli są silne i istotne to efekty ich działań są wykorzystywane przez racjonalnych arbitrażystów, tak aby krótkoterminowe odchylenia cen zostały skorygowane w możliwie krótkim czasie, przywracając efektywność rynku. W ten sposób działania irracjonalnych inwestorów są kompensowane przez racjonalnych arbitrażystów, przez co działania te stają się nieskuteczne i powodują wycofywanie się irracjonalistów z rynku.

Informacja jest niezbędnym elementem rynku kapitałowego. Uczestnicy rynku prowadzą swoje działania w oparciu o informacje ujawnione przez firmę. Racjonalne zachowania owych uczestników rynku powodują zdyskontowanie tych informacji i skonsumowanie ich w cenie, co oznacza, że pojawianie się tej informacji nie będzie

wywoływać wahań cen (Shleifer A. , 2000). Nie wyklucza to funkcji samej informacji, która ma polegać na dostarczaniu również danych o rozwoju biznesowym różnych firm i krajowym poziomie gospodarczym. Zatem fakt, że cena będzie właściwie odzwierciedlać informacje skorelowane z ich wewnętrzną wartością, jest uważane za ważny standard ulepszania doskonałego rynku kapitałowego. Stąd implikacja, że efektywność rynkowa jest przejawem odzwierciedlenia istotnych informacji rynkowych w cenie papierów wartościowego.

Według hipotezy efektywnego rynku cena akcji będzie reagować niezwłocznie i poprawnie na wszystkie istotne informacje (Babula i Blajer-Gołębiowska, 2008). Średnia a właściwie jej wartość oczekiwana będzie zatem najlepszym przybliżeniem wartości wewnętrznej instrumentu finansowego. Jednym z założeń funkcjonowania rynku w warunkach efektywności informacyjnej jest brak tarć w systemie (płynna samoregulacja) oraz niewystępowanie kosztów pozyskiwania informacji. Powoduje to de facto integrację dwóch samodzielnych rynków: rynku informacyjnego oraz rynku papierów wartościowych. Zapewnienie właściwego funkcjonowania rynku informacyjnego skutkuje lepszym działaniem rynku papierów wartościowych.

W 1975 roku Jensen (1975) stwierdził, że żadna teoria tak jak EMH nie nadaje się do empirycznej weryfikacji, czego potwierdzeniem jest mnogość testów na występowanie efektywności informacyjnej w stopniach słabym średnim i silnym.

Hipoteza efektywnego rynku zakłada, że rozkład informacji pomiędzy uczestników rynku jest symetryczny, a oczekiwana stopa zwrotu równowagi będzie efektem działań racjonalnych inwestorów maksymalizujących swoje oczekiwania (Fama E. F., 1970). Niestety testy efektywności rynku wskazują, że na giełdzie występują dość powszechnie anomalie, których nie można wytłumaczyć teorią rynku efektywnego.

Jednym z takich fenomenów rynkowych są zachowania stadne. Jest to dość powszechnie spotykane zjawisko, które pojawia się na rynkach finansowych wtedy, gdy uczestnicy rynku zamiast podejmować przemyślane decyzje finansowe zaczynają naśladować decyzje innych, bardziej znaczących inwestorów kierując się informacjami o wolumenie obrotów i chwilowych zyskach (Curto, Falcao i Braga, 2018). Analiza literatury w tym obszarze wskazuje na występowanie dwóch rodzajów zachowań stadnych: racjonalne i irracjonalne (Lin, Tsai i Lung, 2013). Zasadniczo stosowanie przez inwestorów strategii opartych o tego typu zachowania tłumaczone jest przez problemy w pozyskiwaniu informacji, brak wiary we własne umiejętności oraz pragnienie posiadania. Badanie irracjonalnych zachowań stadnych jest nakierowane na psychologię zachowań inwestora indywidualnego. Jeśli chodzi o rynek papierów wartościowych dość powszechnym zjawiskiem jest poszukiwanie informacji o decyzjach inwestycyjnych kluczowych inwestorów na rynku (z przeświadczeniem, że posiadają oni poufne informacje) a następnie dokonywanie podobnych operacji rynkowych, tak aby uzyskać portfel zbliżony do 'najlepszych' inwestorów. Niestety informacje o ruchach giełdowych znaczących inwestorów rynkowych pochodzą z reguły niesprawdzonych źródeł i reprezentują tzw. 'opinię publiczną' (Langevoort, 2002). Przykładem powszechnego stosowania strategii stadnych jest wzrost zainteresowania inwestorów wykorzystaniem instrumentów pochodnych, które nie wiadomo z jakiej przyczyny stały się w miejsce instrumentu zabezpieczającego przed ryzykiem instrumentem spekulacyjnym, któremu towarzyszą procesy innowacji finansowych (Avgouleas, 2009) i przy niewielkiej wartości

ekonomicznej charakteryzują się wysokim ryzykiem i złożonością (Bavoso, 2017). Podobnie zresztą jest w przypadku kryptowalut.

Obecnie rynek papierów wartościowych jest zdominowany przez irracjonalne zachowania stadne, które odpowiadają za destabilizację rynków finansowych, generując bańki spekulacyjne, zwiększając wahania cen i ryzyko rynkowe (Shiller, 1981). Ich generowanie jest wynikiem oddziaływania niekompletnych, nierzetelnych i często niesprawdzonych informacji. Pojawianie się nowych informacji prowadzi do zanikania zachowań stadnych i mniejszej wrażliwości rynku finansowego. W przypadku gdy inwestorzy instytucjonalni uczestniczą w zachowaniach stadnych, na płytkich rynkach może dojść do zjawiska zachwiania płynności, braku ciągłości notowań akcji oraz dużych wahań kursów (Akerlof i Shiller, 2009).

Rozwój technologii informacyjnych, głównie Internetu, spowodował znaczący wzrost liczby informacji, które rozpowszechniane były wśród inwestorów. Taka sytuacja wpłynęła negatywnie na hipotezy rynku efektywnego – coraz więcej badań wskazywało na nieefektywność rynku lub co najwyżej słabą efektywność. Taka sytuacja stworzyła miejsce do wypełnienia dla ekonomii eksperymentalnej zapewniającej podstawy psychologiczne analiz zachowań oraz spowodowała rozpoczęcie badań nad finansami behawioralnymi.

Finanse behawioralne, mimo iż nie posiadają żadnej koherentnej teorii, prowadzą dogłębne badanie zachowań finansowych w celu wytłumaczenia błędów i obciążeń pojawiających się w trakcie empirycznej weryfikacji rozmaitych teorii ekonomicznych. W tym celu wykorzystuje się faktyczne zachowania inwestorów w zakresie podejmowania decyzji przy zastosowaniu metod analiz dostępnych dla badań w zakresie psychologii. Dzięki rozwinięciu badań w tym zakresie stawia się tezę, że cena rynkowa papierów wartościowych jest określana nie tylko przez wewnętrzne fundamenty (wartość wewnętrzną), ale również przez często nieracjonalne zachowania inwestorów. Zatem psychologia i zachowania ludzkie mają istotny wpływ na decyzje cenowe i zmiany na rynku papierów wartościowych (Shleifer A. , 2000).

W teorii każda jednostka podejmująca decyzje ekonomiczne jest racjonalna w momencie podejmowania tej decyzji, przy znanym zasobie wiedzy i informacji. Jednak nierównomierna dystrybucja wiedzy i informacji zakłóca proces maksymalizowania korzyści, znany z klasycznych podejść ekonomicznych, i sprawia, że w rzeczywistości jest on niemożliwy. To co oferują finanse behawioralne to rozluźnienie założeń o racjonalności jednostek, skupienie się na czynnikach społecznych, poznaniu osobistym i czynnikach emocjonalnych oraz badaniu decyzji ekonomicznych ludzi w oparciu o szerszą perspektywę. Istotnym elementem staje się zatem wydobywanie informacji z obserwacji ludzkich zachowań i na ich podstawie budowanie sugestii na przyszłość.

Największą zaletą finansów behawioralnych jest to, że są realistyczne i zdecydowanie zmniejszają rolę założenia o decydującej roli ‘racjonalnych jednostek’, zakładając, że mogą one być irracjonalne lub racjonalne w ograniczonym stopniu (Smith A. , 1776). W przeciwieństwie do tradycyjnych teorii odnoszących się do inwestycji w papiery wartościowe, finanse behawioralne zwracają większą uwagę na zachowania jednostek w swoich badaniach.

Po pierwsze, finanse behawioralne stawiają hipotezę, że psychologia, emocje, wiedza i umiejętności inwestorów oraz błędy poznawcze, takie jak nadmierna pewność siebie, nadmierna reakcja, ograniczają zachowania decyzyjne. Dlatego nie można dokonać



dokładnej oceny wartości papierów wartościowych na podstawie uzyskanych informacji (Simon, 1986). Poprzez badania eksperymentalne i empiryczne psychologowie odkryli, że ludzie mają skłonność do wiary w swoją zdolność osądzania, przeceniania swoich możliwości odniesienia sukcesu. Sukces z kolei postrzegają jako wynik własnych umiejętności, jednocześnie nie doceniając losu i możliwości poznawczych (Shleifer A. , 2000), co można określić jako zbytnią pewność siebie. Na przykład, pytając pasjonata piłki nożnej o to, czy jego umiejętności gry w piłkę nożną są średnie czy poniżej średniej, 65-80% procent uważa, że ich umiejętności są powyżej średniej. W rzeczywistości tylko połowa miłośników piłki nożnej posiada ponadprzeciętne zdolności w tym zakresie, co pokazuje, że większość ludzi nie umie ocenić własnych umiejętności i jest ich zbyt pewna. Nadmierna pewność siebie występuje, gdy ludzie przeceniają własną ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia niepewnego zdarzenia. Podobnie na rynku papierów wartościowych inwestorzy są równie pewni własnych zdolności do wygrania z rynkiem i osiągnięcia ponadnormatywnych korzyści. Innym zjawiskiem, które zakłóca procesy poprawnej wyceny na rynku jest nadmierna reakcja, która odnosi się do zjawiska, w którym cena akcji spowodowana dużym wydarzeniem przekracza oczekiwany poziom teoretyczny. Zjawisko to wywołane jest tym, że inwestorzy nie mogą racjonalnie i poprawnie ocenić jego skutków. Przykładem, który obrazuje taką sytuację jest trzęsienia ziemi w Kobe w Japonii oraz jego wpływ na giełdę przedstawiony przez Shillera (2000). Indeks Nikkei zaliczył wówczas niewielki spadek w samym dniu trzęsienia, a dziesięć dni po nim stracił ponad osiem procent swojej wartości. W takim przypadku, jeśli same szkody spowodowane trzęsieniem ziemi są postrzegane jako bezpośredni rezultat, utrata wartości będzie nadmierną reakcją.

Po drugie, finanse behawioralne zakładają, że moc arbitrażu jest ograniczona warunkami. EMH zakłada, że zachowanie racjonalnych inwestorów jest ograniczone różnymi obiektywnymi ograniczeniami, takimi jak brak kompletnych substytutów, ograniczenia dotyczące krótkiej sprzedaży, działania spekulacyjne na rynku i inne ryzyka. Zgodnie z ograniczonym arbitrażem, racjonalne zachowanie handlowe nie zrównoważy irracjonalnego zachowania. W konsekwencji w tym przypadku hipoteza efektywnego rynku jest falsyfikowana.

Kluczem do znalezienia efektywnego mechanizmu arbitrażu jest to, czy można znaleźć na rynku alternatywy dla papierów wartościowych, na których ceny wpływają irracjonalni inwestorzy. Jeśli okaże się, że alternatywny instrument finansowy odpowiada poszukiwanemu to można uznać, że arbitraż jest wolny od ryzyka (w przypadku instrumentów pochodnych wydaje się to być możliwe). Jednak w przypadku większości tradycyjnych papierów wartościowych trudno jest znaleźć idealną alternatywę, co sprawia, że arbitraż jest ryzykowny (Shleifer A. , 2000).

Po trzecie, finanse behawioralne są interdyscyplinarne, dzięki czemu mają możliwość wykorzystywania metod badawczych pochodzących z różnych dyscyplin naukowych. Aby zbadać zachowania decyzyjne inwestorów na rynku papierów wartościowych z różnych perspektyw, finanse behawioralne łączą różne metody badawcze, takie jak ekonomia teoretyczna, ekonometria, matematyka, psychologia, socjologia i antropologia. Paradygmat badawczy wzbogaca i pogłębia wiedzę inwestorów na temat decyzji inwestycyjnych oraz wyjaśnia różne nienormatywne zjawiska w zakresie wahań cen papierów wartościowych, co uzupełnia brak wyjaśnienia w tradycyjnych teoriach inwestowania w papiery wartościowe.

Podsumowując należy stwierdzić, że pomimo niemożności pełnego odzwierciedlenia hipotezy efektywnego rynku w praktyce ze względu na rozliczne wady efektywności informacji jako racjonalnego założenia dla racjonalnych ludzi, EMH przyczyniła się do powstania kilku popularnych teorii rynkowych. Ponadto rozwój rynku kapitałowego, wymaga poszukiwania bardziej efektywnych mechanizmów polityki rynkowej i zwiększania praktycznej efektywności rynku. Połączenie analizy finansów behawioralnych z monitorowaniem efektywności rynku może stworzyć możliwości do podejmowania mniej irracjonalnych decyzji, dzięki czemu rynek nie będzie turbulentnie przechodził faz przejściowych.

### 1.3. Instrumenty, uczestnicy rynku i metody wspierania decyzji

Współczesny rynek można scharakteryzować jako złożony i wieloaspektowy mechanizm, w którym relacje kształtują się w zależności od cech, stopnia rozwoju, stopnia dojrzałości, praktyki historycznej i społecznej różnych krajów. Ponadto rynek jako ogólna kategoria ekonomiczna ma klasyczny zestaw funkcji i struktury.

Strukturę rynku akcji przedstawia tabela 1.3. Na najwyższym poziomie w strukturze znajduje się Państwo jako główny uczestnik rynku. Państwo pełni dwie podstawowe funkcje - reguluje rynek oraz kontroluje i reguluje relacje między wpływami i wydatkami budżetowymi poprzez emisję obligacji skarbowych. Drugi poziom zajmują profesjonalni uczestnicy rynku giełdowego, do których należą instytucje finansowe oraz instytucje infrastruktury rynkowej. Trzeci poziom struktury giełdowej reprezentowany jest przez korporacje i inne organizacje spoza sektora finansowego, indywidualnych uczestników krajowych rynku oraz uczestników zagranicznych.

Tabela 1.3. Struktura rynku akcji.

I	Państwo		
II	Profesjonalni uczestnicy giełdy		
	Instytucje finansowe	Instytucje infrastruktury rynkowej	
	Banki komercyjne, banki inwestycyjne, kasy oszczędnościowe, firmy inwestycyjne, fundusze emerytalne, inne instytucje finansowe	Organizatorzy sprzedaży detalicznej (giełdy, systemy giełdowe), izby rozliczeniowe, depozyty, rejestratorzy, agencje informacyjne, agencje ratingowe, organizacje samoregulujące itp.	
III	Korporacje i inne instytucje spoza sfery finansowej	Krajowi uczestnicy rynku	Członkowie rynku zagranicznego

Źródło: Opracowani własne na podstawie: Schwartz, R. (1988). *Equity Markets: Structure, Trading and Performance*. Harper & Row.

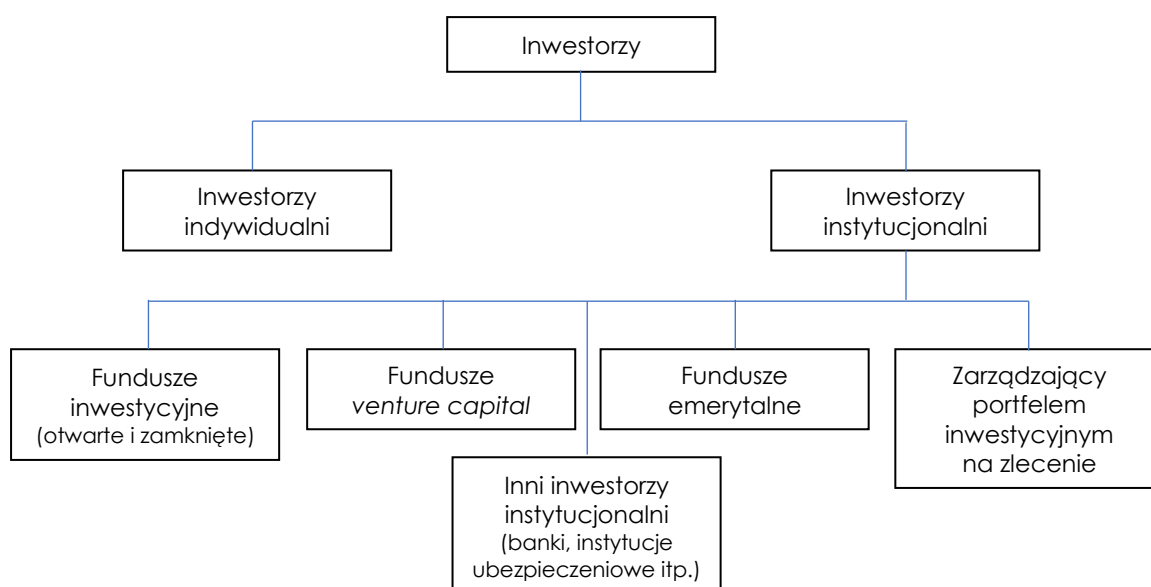
Dokonując uszczegółowienia powyższej struktury należy formalnie wyróżnić następujących uczestników rynku: emitenci, domy maklerskie oraz inwestorzy.

Podmioty wystawiające papiery wartościowe do sprzedaży tworzą grupę tzw. *emitentów*. Z reguły rola tychże podmiotów kończy się w momencie wyemitowania papierów wartościowych, które następnie stanowią przedmiot transakcji między inwestorami. W przypadku tzw. emisji własnych emitent obejmuje zasadniczo rolę inwestora. Zdarzają się jednak przypadki, kiedy to emitenci występują w roli odkupujących wyemitowane przez siebie papiery wartościowe. Rozpatrując rynek akcji polega to na skupowaniu w celu ich umorzenia. W konsekwencji ogólna liczba wyemitowanych akcji przez takiego emitenta ulega zmniejszeniu. Niezwykle istotne jest, aby w całym procesie

emitent zachował przejrzystość w działaniu. Dzięki temu buduje się zaufanie inwestorów, co przekłada się na zwiększenie zainteresowania rynkiem. Podmioty tego typu zobligowane są do umożliwienia równego i natychmiastowego dostępu do informacji o nich samych, jak również zorganizowanym przez nich rynku (Thiel, 2010).

Funkcję pośrednictwa w transakcjach kupna i sprzedaży instrumentów finansowych przełnią *domy maklerskie*. Instytucje świadczące usługi w tym zakresie należą do ważnych podmiotów całego rynku. Prowadzenie działalności maklerskiej w warunkach polskiego rynku kapitałowego wymaga zezwolenia Komisji Nadzoru Finansowego. Zakres działalności maklerskiej jest określony przez przepisy prawa i obejmuje między innymi: doradztwo inwestycyjne, przeprowadzanie operacji kapitałowych na własny rachunek oraz świadczenie szeregu innych usług na rynku instrumentów finansowych. Szeroko pojęte pośrednictwo polega na tym, że domy maklerskie świadczą usługi zarówno wobec emitentów jak i inwestorów, a ogół świadczonych przez nie czynności odnosi się zarówno do rynku pierwotnego jak i wtórnego (Thiel, 2010).

Najważniejszym z punktu widzenia obrotu papierami wartościowymi podmiotem rynku kapitałowego są *inwestorzy* (Rysunek 1.2). To oni są elementem, dla którego rynek jest tworzony.

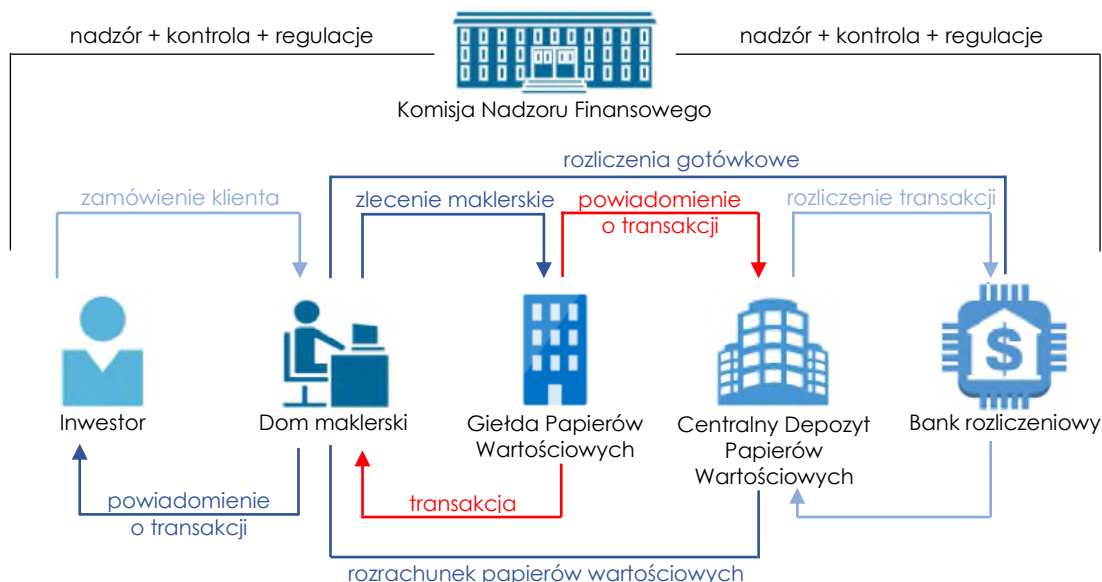


Rysunek 1.2. Uczestnicy rynku kapitałowego.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Thiel, S. (2010). *Rynek kapitałowy i terminowy*. Warszawa: CEDUR – Komisja Nadzoru Finansowego.

W transakcjach rynku kapitałowego uczestniczą wszystkie wymienione grupy inwestorów, a każda z nich ma realny wpływ na wielkość popytu lub podaży. Grupy te różnią się nie tylko potrzebami czy celami, ale również strategiami działania. Jedni chcą szybko otwierać i zamykać pozycje, inni z kolei stosują strategię ‘kup i trzymaj’. Część ma otwarte rachunki o niewielkim kapitale, inni dysponują znacznymi środkami finansowymi. Zrozumienie wszelkich oczekiwań, intencji czy też potrzeb jest zasadniczym czynnikiem rozpoznania rynku i osiągnięcia ewentualnych celów. Z kolei charakter aktywności giełdowej determinuje stopień zbycia własności.

Pamiętać jednak należy, że aby uczestnicy rynku mogli zaspokajać swoje potrzeby, należy zapewnić im dostęp do dobrze zorganizowanego procesu transakcyjnego (Rysunek 1.3), który powinien się cechować między innymi: jasnością, przejrzystością, bezpieczeństwem i jednakową dostępnością dla każdego typu inwestora.



Rysunek 1.3. Proces transakcyjny - schemat.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [www.gpw.pl/podstawy-inwestowania-na-gieldzie](http://www.gpw.pl/podstawy-inwestowania-na-gieldzie).

Ustalone zasady obrotu na giełdach określają między innymi: rodzaje papierów wartościowych notowanych na giełdzie, warunki dopuszczenia do obrotu, rodzaje umów ustanawiających relacje giełdowe, organizację notowań, sposoby ustalenie kursów oraz zasady rozliczania płatności, rodzaje usług, które mogą być świadczone w zamian i ceny za nie, obowiązki członków giełdy, system bezpieczeństwa informacji itp.

Istota działalności giełdowej tkwi w jej głównych funkcjach (Sofianos, 2001) (Schwartz i Francioni, 2004):

- 1) zarządzanie organizacją sesji giełdowych na aukcjach publicznych;
- 2) wycena papierów wartościowych;
- 3) potwierdzenie gwarancji warunków umów giełdowych, stworzenie systemu rozliczeń z umów zawartych na giełdzie;
- 4) przeprowadzenie arbitrażu w celu rozstrzygnięcia sporów, które zwykle powstają na podstawie tworzenia transakcji giełdowych podczas aukcji;
- 5) zapewnienie oferentom dostępu do informacji operacyjnych i analitycznych o zmianach na rynku akcji.

Głównym wskaźnikiem aktywności giełdowej jest kapitalizacja rynkowa, czyli łączna wartość rynkowa wszystkich papierów wartościowych spółek, które są regularnie notowane na giełdzie i znajdują się w ciągłym obrocie. Wskaźnik ten odzwierciedla wartość rynkową wszystkich spółek na giełdzie (Economides i Schwartz, 1995).

Instytucje gwarantujące prawidłowe funkcjonowanie rynku tworzą strukturę rynku akcji. Odpowiadają za stworzenie niezbędnych warunków do obrotu akcjami, obligacjami i innymi instrumentami finansowymi na rynku giełdowym i pozagiełdowym, a także

ułatwiają nawiązywanie relacji na podstawie umów kupna i sprzedaży papierów wartościowych (Francioni, 1995).

Obecnie istotnymi elementami struktury giełdy są sieci transakcyjne, czyli systemy obsługujące potrzeby rozliczeniowe i depozytowe oraz systemy wspierające rynek pod względem prawnym i informacyjnym. Giełdy i systemy informacji handlowej są podstawowym elementem systemów transakcyjnych na różnych rynkach (giełdowych i pozagiełdowych). Umożliwiają zawieranie transakcji między członkami giełdy w sposób regularny i uporządkowany. Podmioty gospodarcze, które tworzą sieć rejestracji wraz z wydawcami, nazywane są rejestratorami. Prowadzenie rejestru jest wyłączną działalnością rejestratorów, a emitenci mają prawo do prowadzenia rejestru inwestorów, którzy dokonali zakupu papierów wartościowych zgodnie z obowiązującym prawem (Stoll, 1992). Istota działalności rozliczeniowej polega na ustanowieniu i realizacji wzajemnych zobowiązań dotyczących przenoszenia praw wynikających z posiadania papierów wartościowych na uczestników transakcji. Działalność depozytowa świadczy usługi w zakresie przechowywania papierów wartościowych bez względu na formę ich emisji (papierowej lub elektronicznej), otwierania i księgowania rachunków, obsługi operacji na tych rachunkach - rozliczenia i rozrachunki według transakcji oraz obsługi operacji emitenta. Instytucje finansowe umożliwiają klientom transformację 'wolnych środków' w papiery wartościowe. Instytucje rynkowe są zaangażowane w instytucje finansowe jako podmioty działalności giełdowej, gwarantujące efektywną działalność rynkową.

Zasady funkcjonowania giełdy polegają na zapewnieniu integralności, jawności, centralizacji rynków akcji, zgodności państwowych systemów obrotu papierami wartościowymi z ogólnie przyjętymi standardami, ustanowieniu elektronicznego systemu obiegu, a także gwarancji bezpieczeństwa interesów i praw z papierów wartościowych kupujących (Tarczyński i Kunasz, 2002) (Sopoćko, 2010).

Powiązania gospodarcze związane z emisją i obrotem papierami wartościowymi stanowią integralną część rynku finansowego. W związku z tym pozwala to traktować giełdę jako niezależny element gospodarki rynkowej. Zorganizowana struktura giełdy i odpowiadająca jej aktywność wszystkich członków jest kluczem do efektywnego i stabilnego rozwoju.

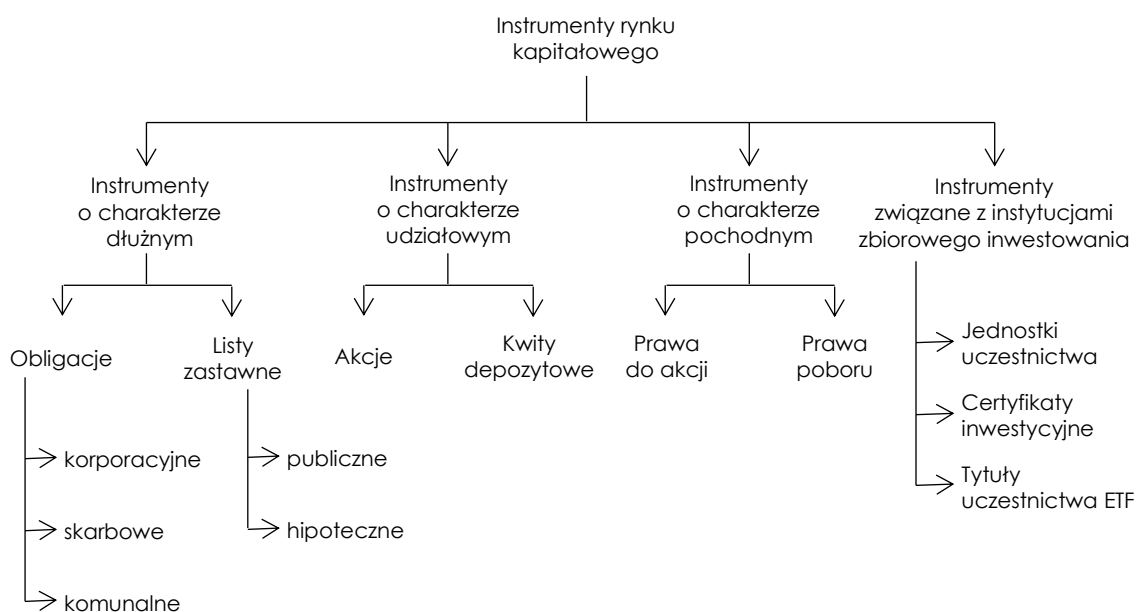
Rynek kapitałowy w sensie formalnym funkcjonuje dzięki strukturze i uczestnikom, jednak jego integralną częścią są przede wszystkim instrumenty – przedmioty transakcji giełdowych. Rynek kapitałowy tworzą instrumenty finansowe średnio- i długoterminowe, dla których termin wykupu nie jest z góry ustalony. Umożliwiają one pozyskiwanie kapitału w długim horyzoncie.

Do najbardziej znanych instrumentów zalicza się między innymi (Rysunek 1.4) (Jajuga i Jajuga, 2006):

- *obligacje i listy zastawne* - reprezentują zobowiązania emitenta wobec ich posiadaczy do spełnienia określonego typu świadczenia, pieniężnego bądź niepieniężnego – stąd też dłużny ich charakter; ich cechą charakterystyczną jest określony termin zapadalności,
- *akcje i kwity depozytowe* – instrumenty o charakterze udziałowym lub zbliżonym do udziałowego; ich posiadacz dysponuje prawem współwłasności w stosunku do emitenta (albo jego majątku); są z reguły emitowane na czas nieokreślony,
- *prawa do akcji i prawa poboru* – stanowią grupę papierów wartościowych o charakterze pochodnym; są ściśle związane z akcjami, do nabycia których

uprawniają; w przypadku obu tych instrumentów inwestycja nie wiąże się z mechanizmem dźwigni finansowej charakterystycznej dla typowych instrumentów pochodnych,

- *certyfikaty inwestycyjne, jednostki uczestnictwa* i inne tytuły uczestnictwa – mimo, że formalnie nie stanowią papieru wartościowego (z prawnego punktu widzenia), to zaliczane są do instrumentów rynku kapitałowego; związane są z instytucjami zbiorowego inwestowania.



Rysunek 1.4. Podstawowe kategorie instrumentów rynku kapitałowego.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Thiel, S. (2010). *Rynek kapitałowy i terminowy*. Warszawa: CEDUR – Komisja Nadzoru Finansowego.

Elementem spajającym transakcje na każdym rynku, również na rynku kapitałowym, jest proces decyzyjny. Proces ten jest wieloznaczny i niezwykle skomplikowany, stąd trudno o jego krótkie przedstawienie.

Instrumenty rynku kapitałowego cechuje różny poziom ryzyka, od obligacji skarbowych, które uważane są za instrumenty wolne od ryzyka po fundusze venture capital, o których mówi się, że są wysoce ryzykowne. Inwestowanie w te instrumenty zwykle zależy od postawionego celu, który wyznaczany jest w zależności od oczekiwań inwestora a w głównej mierze od stopnia jego awersji do ryzyka. Tym samym można wyróżnić różne strategie inwestowania, których zasadniczym celem jest (Thiel, 2010):

- zachowanie wartości kapitału przy minimalnym poziomie ryzyka wraz z możliwością szybkiego (o ile nie natychmiastowego), w miarę potrzeb, korzystania z zainwestowanych środków, oczywiście bez utraty osiągniętych już dochodów,
- przynoszenie stałych (bieżących) dochodów, przy wyższym niż w pierwszym wariantcie umiarkowanym ryzyku, z relatywnie szybkim dostępem do zainwestowanych środków,
- powiększanie posiadanego kapitału w dłuższym okresie z akceptacją dużo większego ryzyka; inwestor wyraża jednocześnie zgodę na brak możliwości bieżącego korzystania z ulokowanych środków.

Przedstawione strategie, modyfikowane przez zestawienie instrumentów o różnych poziomach ryzyka, zysku oraz płynności stanowią podstawę decyzji inwestycyjnych. Inwestorzy alokujący środki na rynku kapitałowym dokonują doboru instrumentów, wykorzystując w tym celu bardzo różne metody i techniki. Do najbardziej profesjonalnych metod wspierających decyzje inwestycyjne zalicza się analizę techniczną, analizę fundamentalną oraz analizę portfelową. Bezpośredni wpływ na dobór narzędzi wspierających inwestycje finansowe ma w pierwszej kolejności teoria efektywności rynku oraz behawioralne odstępstwa od tej teorii (Kowalke, 2013).

Niezwykle interesującym jest fakt, iż stojący w opozycji do teorii efektywności rynku inwestorzy opierający swoje decyzje inwestycyjne o wyniki płynące z *analizy technicznej*<sup>3</sup> de facto opierają się o idealistyczne założenia o tym, że historia się powtarza, czy że rynek dyskontuje wszystko (prawo regresji do średniej czy odzwierciedlanie informacji w cenie), co świadczy o podobnych jak w EMH przesłankach. Z drugiej strony jednak jeśli możliwe jest stworzenie systemu, który pozwala ‘przewidzieć’ zmiany cen instrumentów finansowych, co zwiększa prawdopodobieństwo zawarcia korzystnej z punktu widzenia inwestora transakcji i wygrania z rynkiem to przeczy to zagadnieniom efektywności rynku, według której ceny akcji dyskontują pojawiające się informacje praktycznie natychmiastowo (Kowalke, 2013). Zgodnie z przedstawionymi przez Fama formami efektywności rynku analiza techniczna nie powinna skutkować ponadnormatywnymi korzyściami, po uwzględnieniu ryzyka i kosztów transakcji, osiągnięcia wyższych niż rynkowe stóp zwrotu. Zatem występowanie na rynku efektywności powoduje wykluczenie analizy technicznej jako narzędzia wspierającego alokację kapitału na rynku akcji (Czekaj, 2014).

Literatura argumentuje niejednokrotnie sprzeczność analizy technicznej z teorią efektywności rynku. Jak podaje Majewski S. (2012) analiza techniczna jest raczej sztuką dokonywania wyborów na podstawie pewnych przesłanek, które nie są do końca teoretycznie uzasadnione. Z kolei Murphy J.J. (1999) sugeruje, że jest ona tak zwaną samospełniającą się przepowiednią. Wielu inwestorów podejmuje wybory, sugerując się sygnałami płynącymi ze wskaźników analizy technicznej lub formacji, uznając za najbardziej racjonalne przesłanki wyboru, natomiast racjonalne wydaje się podejmowanie decyzji na podstawie przesłanek innych niż te, na których opiera się większość.

Nieco innymi przesłankami niż te, które reprezentują analitycy techniczni, kierują się zwolennicy *analizy fundamentalnej*<sup>4</sup>. Ich zdaniem część akcji jest niewłaściwie

---

<sup>3</sup> Inwestorzy stosujący analizę techniczną wyznaczają pewne historyczne schematy zachowania się rynku w danej sytuacji i na tej podstawie prognozują zachowanie się rynku w przyszłości. Innymi słowy, inwestor zamierzający dokonać inwestycji z wykorzystaniem analizy technicznej próbuje przewidzieć kierunek, w którym podąży rynek. Przewidywania te oparte są na danych dotyczących tego, w jaki sposób rynek zachowywał się w przeszłości, w jaki sposób układała się zależność między kształtowaniem się kursu instrumentu oraz popytem i podażą na instrument. Inwestorzy stosujący analizę techniczną wyznaczają na podstawie takich danych pewne historyczne schematy zachowania się rynku w danej sytuacji i na tej podstawie prognozują zachowanie się rynku w przyszłości (Thiel, 2010).

<sup>4</sup> W ramach analizy fundamentalnej dokonuje się szeregu analiz cząstkowych, którymi są (Thiel, 2010):

- *analiza makroekonomiczna*, czyli ocena stanu gospodarki jako całości,
- *analiza sektorowa*, czyli ocena stanu sektora gospodarki, w którym funkcjonuje emitent,
- ogólna *analiza porównawcza* emitenta na tle innych podmiotów w tym samym sektorze, czyli porównanie czynników niefinansowych, takich jak np. kwalifikacje i dotychczasowe osiągnięcia osób zarządzających emitenta,
- *analiza finansowa* emitenta (na podstawie jego sprawozdań finansowych), czyli ocena szeregu aspektów finansowych działania emitenta z wykorzystaniem różnego rodzaju wskaźników – przez odniesienie otrzymanych wartości do wartości wskaźników wyliczonych dla innych emitentów z tego samego sektora lub wartości, które praktyka rynkowa uznaje za wskazujące na określoną tendencję,

wyceniona i ich ceny odbiegają od wartości wewnętrznej, co może zostać wykorzystane do osiągnięcia ponadprzeciętnych zwrotów. EMH, jak już stwierdzono wcześniej, wyklucza osiąganie zwrotów wyższych od rynkowych w przypadku stosowania analizy fundamentalnej, jeżeli rynek jest efektywny w formie średniej (pół-silnej). Należy jednak podkreślić, że wspomniana teoria efektywności rynku nie odrzuca całkowicie analizy fundamentalnej. Zwraca jednak uwagę na kilka istotnych kwestii. Stosując ją należy zrozumieć, jakie zmienne mają istotny wpływ na kształtowanie się stóp zwrotu. Ponadto stosowane w procesie analizy fundamentalnej techniki prognozujące kształtowanie się cen na rynku powinny być dużo bardziej zaawansowane w stosunku do klasycznych technik wykorzystywanych przez analityków fundamentalnych. Stąd też, jeśli analityk posiada umiejętności wykonywania samodzielnych prognoz, różniących się od tych znanych powszechnie, to prawdopodobieństwo osiągnięcia przez niego wyższych stóp zwrotu jest stosunkowo wysokie (Reilly i Brown, 2001).

Zwolennicy teorii efektywności rynku, w odniesieniu do *analizy portfelowej*<sup>5</sup>, sugerują stosowanie przez inwestorów tzw. strategii pasywnej. Tego typu koncepcja zakłada konstrukcję portfela inwestycyjnego, w skład, którego, powinny teoretycznie wchodzić wszystkie papiery wartościowe notowane na danym rynku, proporcjonalnie do ich kapitalizacji. Punktem wyjścia przy formułowaniu strategii alokacji kapitału winno być określenie przez inwestora poziomu awersji ryzyka. W dalszej kolejności powinien on zbudować portfel inwestycyjny, do którego, oprócz instrumentów z grupy ryzykownych, wejdą również aktywa wolne od ryzyka. Ich udziały w portfelu powinny być warunkowane stopniem akceptowalności ryzyka (Reilly i Brown, 2001). Niestety budowanie portfeli papierów wartościowych w oparciu o takie strategie jest niezwykle kosztowne, prze co nieopłacalne.

Stosowanie w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych podejścia behawioralnego wywołuje wiele konsekwencji dla inwestorów giełdowych oraz dla mechanizmów i narzędzi wspierających decyzje inwestycyjne na rynku kapitałowym. Zwolennicy tego nurtu podważają występowanie efektywności rynku korzystając z testów weryfikujących jej występowanie w formie słabej i półsilnej. Główną tego przyczyną jest występowanie licznych anomalii (Kowalke, 2013). W sytuacji, kiedy rynki rzeczywiście uwzględniałyby wszystkie pojawiające się informacje, nie powinny zdarzać się powtarzające się anomalie związane bądź to z okresem tygodnia, miesiąca czy też roku. Niektóre z nich zdają się przeczyć nawet słabej hipotezie efektywności rynku, tym bardziej średniej czy też silnej. Stąd też, jeśli na rynku mają miejsce cykliczne odchylenia związane z efektami kalendarza, to wydaje się, że efektywność rynku ma bardzo wątpliwe założenia (Zielonka, 2019).

Odrzucenie EMH w sensie słabym oznacza, że finansiści behawioralni nie wykluczają możliwości stosowania mechanizmów analizy technicznej, czyli dopuszczają osiąganie ponadprzeciętnych stóp zwrotu przy wykorzystaniem narzędzi wsparcia decyzji

- 
- *wycena przedsiębiorstwa* (jego akcji), czyli dokonanie wyliczenia teoretycznej (bo wynikającej z posiadanych danych finansowych i poczynionych założeń) wartości akcji i porównanie jej do aktualnej ceny rynkowej – w ten sposób można szacować potencjał wzrostu lub spadku ceny rynkowej akcji w określonym czasie.

<sup>5</sup> Analiza portfelowa zajmuje się technikami inwestowania równocześnie w więcej niż jeden walor. Oparta jest na założeniu, że można dobrać taki zestaw instrumentów, w którym założenie jednostkowych charakterystyk, takich jak zyskowość, ryzyko i płynność, da oczekiwany zysk przy akceptowalnym poziomie ryzyka.

Metody analizy portfelowej zalicza się do grupy metod pozwalających dokonywać inwestycje długoterminowe. Wynika to generalnie z małej elastyczności i płynności portfela. Co za tym idzie metody te są bliższe metodom analizy fundamentalnej niż metodom analizy technicznej (Tarczyński i Luniewska, 2004).



inwestycyjnych, odwołujących się do historycznych cen akcji. Rodzi to przekonanie, że skoro decyzje inwestorów nie zawsze podejmowane są racjonalnie, efektywne ekonomicznie może być w pewnym sensie kierowanie się wskazaniami wspomnianej analizy technicznej, opartej zasadniczo na powtarzalności zachowań inwestorów (a na pewno w sensie wskazówek jak postępują inni uczestnicy rynku).

Podobnie jest z wykorzystaniem analizy fundamentalnej w procesach behawioralnych. Dotychczasowe badania wskazują, że prognozy wyników finansowych czy publikacje sprawozdań finansowych, stosunkowo wolno znajdują odzwierciedlenie w cenach akcji. Możliwe jest zatem osiągnięcie ponadprzeciętnych dochodów dzięki analizowaniu i sprawnemu reagowaniu na publikowane informacje. Ceny akcji na rynku reagują bowiem z pewnym opóźnieniem w stosunku do pojawiających się publikacji fundamentalnych, co oznacza nieefektywność informacyjną rynku (Szyszka, 2009). Zwolennicy rozpatrywanej teorii są zdania, że wszelkie błędy wynikające z aspektów psychologicznych mogą powodować czasowo niewłaściwą wycenę walorów. Stąd też wydaje się zasadne poszukiwanie na rynku instrumentów finansowych niedowartościowanych lub przewartościowanych. Pamiętać jednak należy, że pokonanie rynku i uzyskanie zysków wyższych niż przeciętne nie jest wcale łatwe w praktyce, zwłaszcza, kiedy rozpatrujemy perspektywę długoterminową. Jak podaje de Bondt W.F.M (de Bondt, 1998) wymaga to od inwestora umiejętności kontrolowania swoich niedoskonałości psychologicznych, które w przypadku innych uczestników rynku powodowały nieefektywną wycenę instrumentów.

Inwestowanie behawioralne odrzuca w dużej mierze klasyczne ujęcie teorii portfelowej. Jej zwolennicy uważają bowiem, że nie są spełnione podstawowe założenia, na której jest ona oparta. Takie postępowanie jest wynikiem kilku aspektów. Po pierwsze, behawiorysty wskazują na fakt braku spełnienia podstawowych założeń wynikających z teorii Markowitza, co skutkuje naruszeniem teorii użyteczności. Jest to wynikiem nieprawidłowo szacowanej skali ryzyka oraz często zmieniających się preferencji wśród inwestorów (Czerwonka i Gorlewski, 2012). Po drugie założenie o tym, że w procesie podejmowania decyzji inwestorzy kierują się wyłącznie relacją pomiędzy ryzykiem rynkowym, a wielkością oczekiwanej stopy zwrotu jest fałszywe (Kowalke, 2013), gdyż wystarczy znaleźć jeden przypadek, w którym inwestor o swojej inwestycji zdecydował sentymentem do spółki giełdowej, altruizmem czy chęcią wspomnienia rodzimego biznesu i założenie okazuje się mijać z prawdą.

Badania empiryczne w tym zakresie niosą szereg interesujące odkryć. Stwierdzić na ich podstawie można, że inwestorzy w praktyce wyjątkowo często pomijają kwestie związane z zasadą minimalizacji ryzyka specyficznego (niesystematycznego)<sup>6</sup>, ponadto stopień zdywersyfikowania utrzymywanych portfeli jest zbyt mały (de Bondt, 1998) (Goetzmann i Kumar, 2008). Niektórzy, jak chociażby Kroll Y. i in. (1988) zwracają również uwagę na fakt nieprzywiązywania przez inwestorów dostatecznej uwagi do kwestii korelacji pomiędzy poszczególnymi walorami wchodzącymi w skład portfela, co stoi wyraźnie w sprzeczności z analizą portfelową i może wywoływać pewne skutki dla rynku.

Podsumowując, w przekroju rozpatrywanych teorii należy stwierdzić, że jedyną wspólnie-akceptowalną przez zwolenników obu analiz jest analiza fundamentalna. Zarówno zwolennicy teorii efektywności rynku jak i behawiorysty są zdania, że stosując

---

<sup>6</sup> Ryzyko niesystematyczne (unikatowe, specyficzne) jest związane indywidualnie z określonym walorem i może zostać wyeliminowane poprzez odpowiednią dywersyfikację papierów wartościowych w portfelu.

tego typu analizę inwestorzy mogą wypracować wyższe od przeciętnych dochody. Warunkiem takiego stanu jest jednak poprawa efektywności prognozowania przyszłych wyników finansowych przedsiębiorstw oraz, jak podkreślają zwolennicy opcji behawioralnej, kontrola obciążeń psychologicznych, które odpowiadają za błędną wycenę akcji.

## **Rozdział 2**

# **Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej**

*Ekonomia behawioralna to od kilkunastu lat szybko rozwijający się nurt współczesnej ekonomii. Jest to nauka powiązana zarówno z badaniami empirycznymi jak i eksperymentalnymi. Istotną cechą tego typu ekonomii jest jej niezaprzeczalna interdyscyplinarność przejawiająca się zarówno w obserwacji podmiotów, wymagającej wiedzy płynącej chociażby z psychologii czy socjologii, a także w teoretycznym wyjaśnianiu zagadnień ekonomicznych co wymusza integrację wiedzy płynącej z szeroko pojętych nauk społecznych. Tym samym od ekonomistów wymaga ona ciągłego poszerzania obszaru wiedzy, a co najważniejsze wykroczenia poza dość sztywne ramy wynikające z założenia racjonalności podmiotów. Ekonomia behawioralna oznacza więc przełamanie dotychczasowych barier i wyjście poza wąskie granice określone przez koncepcję homo oeconomicus.*

*Treść niniejszego rozdziału stanowią zatem rozważania na temat ekonomii behawioralnej jako nowego trendu w finansach i występujących w tym zakresie teorii. Ponadto poświęcono w nim uwagę analizie zachowań samych inwestorów i analizie procesu decyzyjnego by w konsekwencji skupić się na przyczynach różnic występujących we wzorcach inwestowania.*

### **2.1. Ekonomia behawioralna – nowy trend w finansach**

Celem wszystkich światowych badań jest znalezienie sposobów na poprawę życia ludzi, ich komfortu i przyjemności. Niemniej jednak wszystkie badania ekonomiczne pomijają czynnik ludzki, traktując człowieka jako racjonalny podmiot stosunków ekonomicznych. Mimo to w ciągu ostatnich trzydziestu lat ekonomiści zaczęli aktywnie badać cechy psychologiczne ludzi i utworzyli nowy kierunek - ekonomię behawioralną. Pomimo wielu badań koncepcja ta nie została jeszcze w pełni określona i nie sformułowano jasnej definicji ekonomii behawioralnej.

Podjęmując się zatem jej zdefiniowania można stwierdzić, że jest to jeden z najintensywniej rozwijających się trendów współczesnej ekonomii i najsilniej kojarzony z badaniami i eksperymentami empirycznymi. Ekonomia od czasów Adama Smitha opiera się na koncepcji racjonalnych wyborów podejmowanych przez gospodarstwa domowe czy podmioty gospodarcze, dążące do maksymalizacji korzyści ekonomicznych.

Ekonomia behawioralna to dziedzina związana z badaniami i teorią wzorców zachowań. Sugeruje to, że na decyzje ludzkie silnie wpływa kontekst, sposób, w jakim dostępne są wybory i opcje, a następnie należy podjąć decyzję dotyczącą wyboru jednej z nich. Zachowanie jednostki różni się w zależności od okoliczności, sytuacji i czasu a jej osobowość przedstawia charakter, temperament oraz różne rodzaje nastrojów, takie jak radość, smutek, złość, zdziwienie, strach (Majewski, 2012). Zatem działalność, również ekonomiczna, jednostki zawsze znajduje się pod wpływem obciążeń o charakterze poznawczym, emocji oraz wpływów społecznych. Zachowanie zawsze jest wynikiem

myślenia reaktywnego, intuicyjnego, automatycznego, oparte na doświadczeniu, schematach i stereotypach (Loewenstein i Sutherland, 2014). Ekonomia behawioralna stara się wyjaśniać schematy działań człowieka w gospodarce ale również stale się uczy nowych reakcji zachowań, które powstają pod wpływem nowych, nieznanych dotąd bodźców.

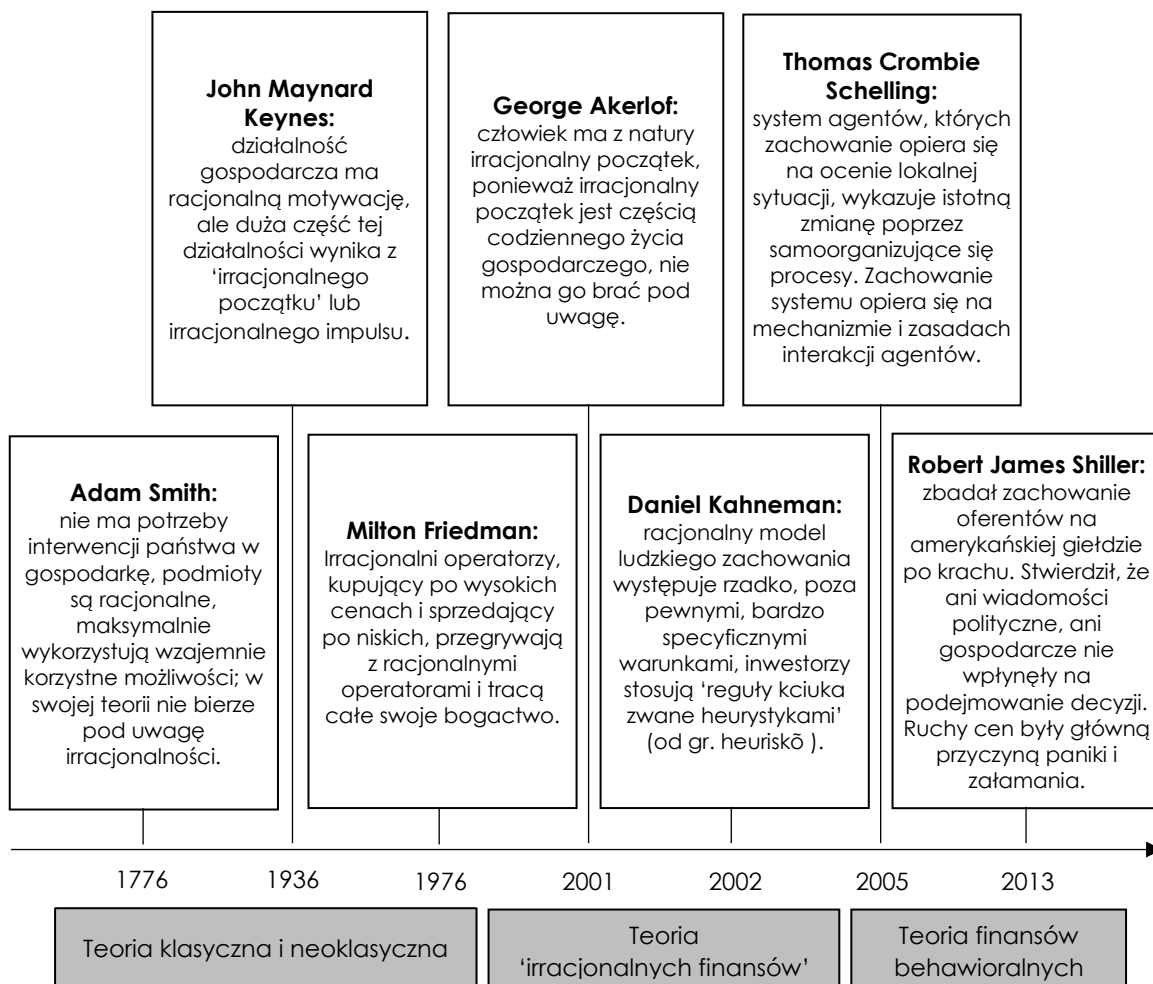
Ekonomia behawioralna to w pewnym sensie ciągła weryfikacja tego, w jaki sposób ludzie faktycznie dokonują wyborów. Badanie to nie ogranicza się tylko do psychologii czy ekonomii, ale jest stale poszerzane o te dyscypliny naukowe, których doświadczenie może wnieść wartość dodaną do dyscypliny ekonomia. Niestety często niesprawiedliwie jest ona uważana za infantylny, ale energiczny i obiecujący sektor ekonomii głównego nurtu (Lambert, 2006). W innych źródłach podkreśla się wkład ekonomii behawioralnej w wzmocnienie roli ekonomii przez dokładniejsze przedstawienie bardziej realistycznych podstaw psychologicznych. Podejścia ekonomii behawioralnej są oparte na maksymalizacji skuteczności, symetrii i dobrej organizacji (Camerer i Loewenstein, 2004).

Ten nurt ekonomii cechuje się dużą elastycznością przez swoistego rodzaju modelowanie, dzięki czemu jako szkoła myślenia staje się doskonałym narzędziem do objaśniania szerokiego obszaru zagadnień ekonomicznych zarówno w teorii konsumenta, jak i finansach. Do rozwoju ekonomii behawioralnej przyczyniają się liczne eksperymenty naukowe oraz wyniki badań psychologicznych. Zatem można stwierdzić, że ekonomia behawioralna to opis zdarzeń ekonomicznych przy wykorzystaniu innych nauk społecznych, które opiera się na opisywaniu zachowań uczestników rynku, dzięki połączeniu metod badawczych wykorzystujących dorobek ekonomii i nauk społecznych. W ten sposób otrzymane wnioski pozwalają na włączenie w proces wyjaśniania zjawiska ekonomicznego czynników, które do tej pory były pomijane lub nie były brane pod uwagę ze względu na nieistotny z nim związek.

Teoria neoklasyczna zakładała automatyzm w reakcjach uczestnika rynku, który rozwiązuje problemy opierając się na 'rachunku zysków i strat', dążąc do maksymalizacji założonego celu, którego główną przesłanką jest maksymalizacja użyteczności. Powrót do modelu człowieka ekonomicznego, znanego z pracy A. Smitha pt. *'Bogactwo narodów'*, pokazuje korzystającym z niego znaczenie uczuć w procesie podejmowaniu decyzji, co jest istotą ekonomii behawioralnej (Jurek i Rybacki, 2014). Przedmiotem jej badań jest odmienne, nowe spojrzenie na zachowania i wzorce konsumenckie, które są najczęściej wykorzystywane przy budowaniu ofert dla klientów, nowych produktów czy podejmowaniu decyzji, w przeciwieństwie do klasycznej teorii ekonomii, która umocowana jest głównie w modelach matematycznych.

Odnosząc się do początków związków ekonomii i psychologii, należy podkreślić, że sięgają starożytności i są już widoczne w pracach Ksenofonta czy Arystotelesa. Proces, który się wówczas rozpoczął trwa nieprzerwanie do dnia dzisiejszego. Generalnie jednak początki idei ekonomii behawioralnej odnajdywane są w osiemnastym wieku (Rysunek 2.1). Za prekursora ekonomii behawioralnej można uznać A. Smitha (1759), który w swojej pracy *'The Theory of Moral Sentiments'* opisał psychologiczne podstawy zachowania jednostek jako zasadniczy element aktywności w gospodarce. Twierdził, że emocje, cechy odwołujące się do etyki czy wreszcie skłonności jak awersja do strat mają wpływ na podejmowanie decyzji przez jednostki. Zakładał ponadto, że ludzie świadomie realizują swoje ekonomiczne działania, które mogą być zakłócane przez czynniki zewnętrzne. Neoklasyczna teoria, oparta poniekąd na myśli A. Smitha, pomija jednak fakt, że jednostki mogą kierować się nieekonomicznymi motywami,

zachowywać się nieracjonalnie i nie akceptować swoich błędów, co oznacza, że nie bierze pod uwagę irracjonalności. Z łatwością zatem podaje się przykłady odstępstw od tej idei zakładającej, że wszyscy zawsze się rozumieją, a kontrakty są zawsze zawierane między ‘racjonalnymi’ ludźmi, kierującymi się wyłącznie interesami ekonomicznymi.



Rysunek 2.1. Periodyzacja podejść do analizy wpływu czynników behawioralnych na zarządzanie podmiotami gospodarczymi.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Cronqvist, H., Siegel, S. (2014). The genetics of investment biases. *Journal of Financial Economics*, vol. 113, no. 2, 215-234.

Z punktu widzenia Johna Maynarda Keynesa (1936) o ekonomii decydują nie tylko racjonalne działania uczestników, którzy przy pomocy ‘niewidzialnej ręki rynku’ wchodzą w korzystne dla obu stron stosunki gospodarcze. Keynes przyznał, że działalność gospodarcza ma w dużej mierze racjonalną motywację - ale także, że znaczna część tej działalności jest napędzana przez ‘irracjonalny początek’ lub ‘irracjonalne spontaniczne impulsy’. Nawet w dążeniu do swoich interesów ekonomicznych ludzie nie zawsze są racjonalni. Według Keynesa ten bardzo ‘irracjonalny początek’ jest główną przyczyną zarówno wahań gospodarczych, jak i wymuszonego bezrobocia. Aby więc zrozumieć gospodarkę, należy określić, jaki ma on na nią wpływ. Tak jak ‘niewidzialna ręka’ Adama Smitha jest kluczową koncepcją klasycznej teorii ekonomii, tak ‘irracjonalny początek’

Keynesa jest podstawą innego spojrzenia na gospodarkę, wyjaśniającego niestabilność właściwą kapitalizmowi.

Zwolennicy Keynesa usunęli z jego koncepcji wszystko, co dotyczyło 'irracjonalnego początku' - to znaczy motywy nieekonomiczne i nielogiczne zachowanie, które opierało się przede wszystkim na keynesowskiej interpretacji Wielkiego Kryzysu.

Można zatem powiedzieć, że dzięki A. Smith'owi ekonomiści, którzy wcześniej koncentrowali się głównie na własności dóbr i ich wymianie, zwrócili uwagę na związki między korzyściami wynikającymi z biznesu a zachowaniem jednostki. Przykładowo J. Bentham (1781) w pracy *'An Introduction to the Principles of Morals and Legislation'* głosił, że działania są słuszne tylko wtedy, gdy przynoszą przyjemność lub zapobiegają bólowi a użyteczność jest definiowana przez zdolność do przynoszenia szczęścia. W innej pracy J.M. Clark wskazywał, że ekonomiści powinni brać pod uwagę naturę ludzką i polegać na pracy psychologów. Twierdził, że rezultaty obliczeń mogą tylko sygnalizować człowiekowi, ile może stracić działając w określony sposób, ale nie są w stanie określić poziomu skłonności do zaakceptowania oszacowanych strat (Clark, 1918).

Podczas gdy klasyczna ekonomia proponuje formalne, normatywne modele zachowań, które wyznaczają zasady racjonalnego wyboru, psychologia nakazuje obserwację faktycznie podejmowanych decyzji finansowych i ich konfrontację z teoriami ekonomicznymi. Dzięki temu udaje się niekiedy ujawnić odstępstwa zachowań jednostek na rynku od założeń modelu normatywnego.

Różnice wskazujące na odstępstwa od założeń ekonomii normatywnej wynikają również z innej konstrukcji teoretycznej narzędzi badawczych. W psychologii dominuje podejście badawcze oparte na wnioskowaniu indukcyjnym, natomiast metodyka wykorzystywana w ekonomii oparta jest na wnioskowaniu dedukcyjnym. Pokazuje to podstawową różnicę między badaniami ekonomicznymi a psychologicznymi. Inna różnica odnosi się do wykorzystywanych teorii - w ekonomii dominują teorie normatywne określane przez zasady racjonalnego zachowania, natomiast w psychologii posługuje się teoriami opisowymi, tworzonymi na podstawie testów empirycznych i opisującymi rzeczywistość taką, jaka jest naprawdę (Brzeziński, Gorynia i Hockuba, 2008).

Rozwój ekonomii behawioralnej związany był pierwotnie z teoriami podejmowania decyzji oraz teorią gier. Głównym ośrodkiem tego typu badań był Uniwersytet w Michigan. Badania z danego zakresu zapoczątkował Clyde Hamilton Coombs, którego uważa się za jednego z twórców psychologii matematycznej i eksperymentalnej. Kontynuował je W. Edwards, który rozwinął ośrodek badań nad decyzjami na Uniwersytecie Kalifornijskim. Jednym z głównych przedstawicieli behawioralnej teorii decyzji był Howard Raiffa z Harvard University Business School w Bostonie (Poskrobko, 2016).

W świetle badań prowadzonych nad wyeksponowanie wpływu ludzkich emocji na procesy ekonomiczne można dostrzec załamek pojęcia ekonomii behawioralnej w pracach K. Bouldinga. Jego rozważania skupiały się wokół obrazu (*image*) jako odpowiednika ram (*framings*) znanych z teorii perspektyw. W swoich pracach kwestionował i starał się ulepszać pojęcie racjonalności w ekonomii (Kesting, 2017). Poprzez odwoływanie się do pojęcia obrazu, które jest punktem wyjścia do działalności człowieka oraz oparcie swoich założeń o światopogląd decydenta i jego percepcję, koncepcja Bouldinga może być uznawana za prekursora behawioralnej ekonomii (Zalega, 2015). Za kamień milowy właściwej ekonomii behawioralnej uznaje się publikacje pracy

Daniela Kahnemana i Amosa Tversky'ego pod tytułem *'Prospect Theory: An Analysis of Decisions under Risk'* w 1979 roku. Autorzy skupili się w niej na istocie procesu podejmowania decyzji w warunkach ryzyka oraz na mechanizmach determinujących proces decyzyjny. Zaproponowana została wówczas S-kształtna funkcja opisująca preferencje decydenta z punktu widzenia zysków i strat w odniesieniu do subiektywnego punktu referencyjnego 'c' (Kahneman i Tversky, 1979). Kahneman i Tversky dzięki przeprowadzonym eksperymentom dowiedli między innymi występowania trzech rodzajów efektów: pewności (*certainty*), odbicia (*rebound*) oraz izolacji (*von Restorff isolation effect*). Opublikowane w *Econometrica* badania stały się przyczynkiem do powstawania kolejnych prac mających na celu sformułowanie pojęcia ekonomii behawioralnej. Za twórcę z kolei finansów behawioralnych uznaje się Richarda Thalera wraz z dziełem opublikowanym w 1980 roku *'Toward a Positive Theory of Consumer Choice'*. Poniższa tabela (Tabela 2.1) zawiera dorobek teorii finansów behawioralnych powstałych na przestrzeni ostatnich siedemdziesięciu lat (Kapoor i Prosad, 2017).

Tabela 2.1. Przegląd teorii ekonomii behawioralnej ze szczególnym uwzględnieniem finansów behawioralnych

Twórca teorii	Rok powstania	Teoria/koncepcja/model
Herbert Simon	1955	Modele ograniczonej racjonalności ( <i>Models of bounded rationality</i> )
Festinger, Riecken i Schachter	1956	Teoria dysonansu poznawczego ( <i>Theory of cognitive dissonance</i> )
Tversky i Kahneman	1973, 1974	Wprowadzenie do teorii obciążeń heurystycznych takich jak: dostępność, reprezentatywność, zakotwiczenie i dopasowanie
Kahneman i Tverski	1979	Teoria perspektyw, wprowadzenie pojęcia awersji do strat
Tversky i Kahneman	1981	Wprowadzenie pojęcia efektu ramy ( <i>framing</i> )
Richard Thaler	1985	Wprowadzenie pojęcia księgowości umysłowej ( <i>mental accounting</i> )
De Bondt i Thaler	1985	Teoria nadmiernej reakcji na rynkach akcji ( <i>The theory of overreaction in stock markets</i> )
Barberis, Shleifer i Vishny	1998	Model nastrojów inwestorów w przypadku niedostatecznej reakcji i nadmiernej reakcji cen akcji
Meir Statman	1999	Behawioralna teoria wyceny aktywów i behawioralna teoria portfela papierów wartościowych
Andrei Shleifer	2000	Powiązanie finansów behawioralnych z EMH i stwierdzenie, że rynki akcji są nieefektywne
Barberis, Huang i Santos	2001	Uwzględnienie teorii perspektyw w cenie aktywów
Grinblatt i Keloharju	2001	Wskazanie roli czynników behawioralnych w określaniu zachowań handlowych
Hubert Fromlet	2001	Odejście od paradygmatu „homo economicus” do paradygmatu realistycznego
Barberis i Thaler	2003	Przegląd finansów behawioralnych
Coval i Shumway	2006	Badanie wpływu obciążeń behawioralnych na ceny akcji – odkrycie, że odwrócenie kursu w przypadku inwestorów obciążonych jest szybsze niż w przypadku inwestorów nieobciążonych.
Avanidhar Subrahmanyam	2008	Normatywne następstwa finansów behawioralnych dla inwestorów indywidualnych i zarządów spółek.
Richard Thaler	2008	Wpływ księgowości mentalnej na zachowania konsumentów w kontekście wyborów.

Robert Bloomfield	2010	Porównanie podejścia finansów behawioralnych i tradycyjnych w wyjaśnianiu nieefektywności rynku.
Parag Parikh	2011	Praktyczne wpływy finansów behawioralnych i nastrojów inwestorów na inwestowanie w wartość.
Uzar and Akkaya	2013	Analiza ewolucji finansów behawioralnych w stosunku do finansów tradycyjnych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Kapoor, S., Prosad, J. M. (2017). Behavioural finance: A review. *Procedia computer science*, 122, pp. 50-54.

Niektórzy jak M. Brzeziński, M. Gorynia i Z. Hockuba (Brzeziński, Gorynia i Hockuba, 2008) twierdzą, że behawioralna ekonomia to niewątpliwie trend, który był rozpoczął się w latach osiemdziesiątych i trwa do chwili obecnej. Wpisuje się to w potocznie określaną mianem ‘odwrotnego imperializmu’ ruch, który zakłada, że ekonomia uczy się i czerpie z innych dyscyplin, współpracuje z nimi, a czasem im się poddaje. Według autorów cytowanego opracowania celem ekonomii behawioralnej jest wyjaśnienie zjawisk odstających od paradygmatów klasycznej ekonomii poprzez wykorzystanie ekonomicznych modeli opisujących lub naśladujących proces ludzkiego myślenia i zachowań. Dzieje się tak dzięki dorobkowi psychologii czy socjologii, przez co tworzone konstrukcje formalne są bardziej realistyczne i opisują z większą dokładnością braki, ograniczenia i niedostatki ludzkiej natury przejawiające się w odstępstwach od racjonalnego zachowania. Z innej strony S. Maital definiuje ekonomię behawioralną jako dyscyplinę naukową zajmującą się analizowaniem ludzkich zachowań w sprawach ekonomicznych. Dzięki tego typu analizom opracowywany jest model postaw ‘człowieka rzeczywistego’ w opozycji do modelu ‘człowieka ekonomicznego’. Takie podejście charakteryzuje się większym realizmem a tym samym większą trafnością przewidywań opartych o tego typu modele (Wärneryd, 2004). Nie brak jest w praktyce przykładów dążenia do legitymizacji ekonomii behawioralnej jak w przypadku E. Wannera, który jako prezes Russel Sage Foundation przyczynił się do wyodrębnienia ekonomii behawioralnej jako naukowej subdyscypliny. Napisał on, że ekonomia behawioralna jest zastosowaniem kognitywistyki<sup>7</sup> w rzeczywistym procesie decyzyjnym, a unikanie wykorzystywania do jej nazywania synonimu - ekonomii poznawczej, uważa za brak odwagi na zmiany paradygmatów w ekonomii (Angner i Loewenstein, 2006).

Niektórzy naukowcy jak J.F. Tomer (Tomer, 2007) i R. Frantz (Frantz, 2013) uznają ekonomię behawioralną bardziej za zbiór drobnych teorii niż jednorodną szkołę naukową. Zatem w jej skład wchodzi między innymi:

- ekonomia psychologiczna reprezentowana przez R. Thaler, E. Fehra, G. Loewensteina, M. Rabina, P. Slovicę czy D. Ariely;
- makroekonomia behawioralna gdzie odnajduje się prace G.A. Akerlofa i R. Krantona;
- neuroekonomia z C.F. Camererem, V.S. Ramachandranem, S. McClure’em, M. Plattem, P. Glimcherem, K. McCabe’em;
- ekonomia ewolucyjna R.R. Nelsona i SG Wintera;
- finanse behawioralne, które reprezentują R. Schiller, H. Shefrin, R. Thaler, A. Shleifer, W.F.M de Bondt;
- ekonomia eksperymentalna, gdzie można odnaleźć nazwiska V. Smitha, D. Preleca, D. Simesterto;

<sup>7</sup> Kognitywistyka – nauka zajmująca się obserwacją i analizą działania zmysłów, mózgu i umysłu, w szczególności ich modelowaniem.



- ekonomia złożoności, w której tworzyli W.B. Athur, E.D. Beinhocker;
- neuroksięgowość reprezentowana przez M.D. Hausera, J. Dickhauta, G. Waymire'a.

Reasumując ekonomia behawioralna nie jest koherentną teorią lecz konglomeratem cząstkowych teorii, różnych hipotez, narzędzi i technik. Przez taki charakter wydaje się być chaotyczna a jej składowe reprezentują wiele różnych kierunków, przez co nie zawsze są ze sobą ściśle powiązane. Konsekwencją tego są różne odłamy, których rozwój umożliwiła ekonomia behawioralna, takie jak: ekonomia ewolucyjna, ekonomia eksperymentalna, makroekonomia behawioralna, neuroekonomia, finanse behawioralne i neurotransmisja. Sensem powstania ekonomii behawioralnej jest problem procesu podejmowania decyzji ekonomicznych rodzących konkretne ekonomiczne konsekwencje dla podmiotu bądź dla całego systemu, w ramach którego jednostka funkcjonuje lub którego decyzje te dotyczą. Uwzględnienie zmiennych psychologicznych oraz społecznych wyróżnia ją od klasycznych analiz decyzyjnych ekonomii.

Ze względu na brak jednej koherentnej teorii ekonomii behawioralnej, każde odkrycie uważane jest za znaczący wkład w ideę ekonomii behawioralnej, a lista badań prowadzonych na całym świecie stale i bardzo dynamicznie się poszerza. Podstawowe modele (kierunki) ekonomii behawioralnej według Stjepanović'a i Mihić są następujące (Stjepanović i Mihić, 2018):

- formułowanie założeń (*forming assumptions*) – jest to znacząca kategoria modeli, w których ujawniają się sprzeczności wynikające z różnych podejść – traktowanie wyborów jako wyniku procesu poznania prowadzi do naruszenia procesu formułowania założeń. Jest to oczywiście wynikiem między innymi ograniczeń jednostek do przetwarzania informacji i znajdowania najlepszego rozwiązania, gdy znajdują rozwiązanie satysfakcjonujące. Wówczas odzwierciedleniem cech indywidualnych, przy podejmowaniu takiej wyboru obowiązuje zasada maksymalizacji użyteczności na podstawie subiektywnych prawdopodobieństw.
- wybór oparty na ryzyku (*risk-based choice*) – modele podlegające tej kategorii zajmują się badaniem relacji między psychofizycznymi odczuciami jednostek podejmujących decyzje inwestycyjne a ryzykiem. Dominującymi są tu odniesienia do teorii perspektyw, która wskazuje na znaczące różnice w tej materii między decyzjami skutkującymi stratami i zyskami. Inną kwestią jest występowanie subiektywizmu w procesach oceny prawdopodobieństwa zajścia konkretnych zdarzeń i szczególnie rola punktu referencyjnego. Szczególnie zauważalny jest brak obiektywizmu w podejmowaniu decyzji w przypadku niskiego prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepewnych niż dla sytuacji, gdzie występuje duże prawdopodobieństwo zrealizowania się zdarzeń niepewnych lub sytuacji podwyższonego ryzyka. Osoby cechujące się odczuwaniem niskiego prawdopodobieństwa wystąpienia niepewnego zdarzenia są bardziej podatne na przetwarzanie wszystkich informacji.
- wybór pod wpływem różnorodności (*choice influenced by multiplicity*) – ta część badań skupia się na uzależnieniu subiektywnego prawdopodobieństwa od skłonności do hazardu i pojawiających się możliwości obstawiania. Wybór zakładów, w przypadku nadmiaru alternatyw, może zależeć od subiektywnych umiejętności gracza i pewności osobistego osądu (*overconfidence*). Wg. D. Schmeidlera (1989) waga podejmowania decyzji jest niezależny.
- wybór czasu (*choice of time*) – kwestia tej kategorii wiąże się z rozwiązaniem problemu wyboru czasu i jego wpływu na proces decyzyjny. Okazuje się, że na wybór

czasu ma wpływ rezultat poprzedniego wyboru oraz chęć (chciwość) osiągnięcia zysku. Decydent nie dokona wyboru, gdy potencjalny wynik tego wyboru będzie negatywny a straty będą się zdawały przewyższać potencjalne zyski.

- osobisty interes (*personal interest*) – jest kwestią podejmowaną w pracach naukowych w ramach ekonomii behawioralnej dość często. Punktem wyjścia do tworzenia rozmaitych modeli opisujących zachowania rynkowe jest stosunek człowieka do korzyści własnych oraz innych uczestników rynku. Co prawda teoria racjonalnego wyboru nie odnosi się wprost do tego zagadnienia jednak w części prac dotyczących zagadnienia teorii gier, jak choćby u Rabina (Rabin, 1993) można odnaleźć próby rozwiązania tego problemu. Według niego gracze formułują decyzje dotyczące zachowania innych graczy w reakcji na zachowania innych uczestników rynku co stanowi punkt odniesienia.
- wnioskowanie w oparciu o reguły bayesowskie (*bayesian statistical decision - making*) – jest to pomysł intuicyjnego podejmowania decyzji o prawdopodobieństwach w oparciu o wspomniane reguły i statystykę. Kahneman i Tversky oparli swoje badania na teorii percepcji, gdzie główną rolę odgrywa różnica między intuicyjnym podejmowaniem decyzji a zasadami normatywnymi.
- modele równowagi (*balance*) – to kolejne zagadnienie podejmowane przez naukowców-behawiorystów i teoretyków zajmujących się teorią gier. Przykładowo C. Camerer i T.-H. Ho (Camerer i Ho, 1999) zajęli się modelem EWA (atrakcyjności ważonej doświadczeniem), w którym prawdopodobieństwo wyboru strategii jest określone przez jej względną atrakcyjność. Stwierdzili oni, że uczenie się na podstawie przekonań nie różni się zasadniczo od uczenia się na podstawie wzmocnień, ponieważ oba są szczególnymi przykładami jednej ogólnej reguły uczenia się EWA. Każda gra wyrażana jest typem wzmocnienia, w którym wybrane strategie są silniejsze niż strategie niewybrane.

Rozważając zagadnienia związane z ekonomią behawioralną w pierwszej kolejności odnajduje się odniesienia do teorii podejmowania decyzji (*decision-making theories*). Interesującą koncepcję zrozumienia tego procesu podaje w publikacji Arsenijewicz wraz z zespołem (2018). Uważają oni, że właściwe zrozumienie procesów podejmowania decyzji, wymaga skoncentrowania uwagi na trzech czynnikach:

- konsekwencji;
- właściwej strukturyzacji;
- wynagrodzeniu.

Teoria podejmowania decyzji scala w sobie różnorodne teorie, które łączy próba opisania i wyjaśnienia sposobów podejmowania decyzji przez jednostki. Teorie skupione wokół tego procesu prowadzą wnioski, których celem jest identyfikacja czynników determinujących proces podejmowania decyzji. W najbardziej ogólnym podziale można wyróżnić dwie grupy teorii:

- dążące do oszacowania względnej atrakcyjności,
- dążące do prawdopodobieństwa osiągnięcia celu.

Interdyscyplinarność badań w zakresie teorii podejmowania decyzji powoduje zaangażowanie w ten proces zarówno ekonomistów, socjologów, psychologów, matematyków czy filozofów. Dzięki temu można wyróżnić szereg nurtów naukowych, które starają się uzupełnić wiedzę w tym zakresie. Są to między innymi:

- statystyka Bayesowska (*Bayesian principle*) – nazwa tej części statystyki pochodzi od nazwiska angielskiego duchownego Thomasa Bayesa, który w 1763 roku przedstawił na ten temat referat Towarzystwu Królewskiemu (O'Hagan, 2004). W statystyce bayesowskiej: tworzy się model statystyczny, aby powiązać dane z parametrami, formułuje wcześniejszą informację o parametrach, łączy źródła informacji za pomocą twierdzenia Bayesa, wykorzystuje empiryczny rozkładu ex-post do wnioskowania o parametrach. Statystyka bayesowska zapewnia bardziej intuicyjne i sensowne wnioskowanie. Metody bayesowskie wykorzystują wszystkie dostępne informacje. Techniki bayesowskie szczególnie dobrze nadają się do podejmowania decyzji, przy czym niepewność jest czynnikiem utrudniającym podejmowanie decyzji. Istnieje niepewność co do konsekwencji danej decyzji, wynikająca z braku wiedzy o pewnych istotnych faktach lub parametrach. Metody bayesowskie mogą mierzyć niepewność za pomocą prawdopodobieństwa osobowego.
- teoria gier (*game theory*) – jest częścią matematyki, która jest określana jako zbiór narzędzi analitycznych stosowanych w celu identyfikacji i opisanie osobliwych zjawisk występujących w interakcjach między osobami podejmującymi decyzje (Osborne i Rubinstein, 1994). Podstawowym założeniem badań operacyjnych jest realizowanie przez podejmujących decyzje dobrze zdefiniowanych celów (racjonalnych) oraz wzięcie pod uwagę ich wiedzy oraz oczekiwań innych osób podejmujących decyzje. Obecnie w nauce jest traktowana jako element procesu podejmowania decyzji ekonomicznych, dyplomatycznych i innych, których celem jest osiągnięcie maksymalizacji korzyści przy założeniu możliwie najmniejszych strat.
- teoria prawdopodobieństwa (*probability theory*) – dział matematyki, który pozwala na szacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń losowych a także bada prawa rządzące tymi zdarzeniami. Dział ten jest jednym z podstawowych zagadnień statystyki. Początki teorii związane są ze znanymi już w starożytności grami hazardowymi, a jej załóżki można odnaleźć w szesnastowiecznych pracach Gerolamo Cardano czy siedemnastowiecznych pracach Pascala i Fermata. Jednak za formalny jej początek uznaje się jej aksjomatyzację dokonaną przez Andrieja Kołmogorowa w 1933 roku. Dzięki teorii prawdopodobieństwa i statystyce dokonuje się pomiarów ryzyka, co umożliwia wspieranie procesu decyzyjnego.
- teorie motywacji (*motivation theory*) – część psychologii, której celem jest wyjaśnienie co skłania jednostki do podejmowania działań. Potraktowanie motywacji jako gotowości do podjęcia określonego działania sprawia, że obejmuje się zarówno wewnętrzne predyspozycje i zewnętrzne doświadczenia – to spojrzenie na motywację od strony treści, procesu i wzmocnienia dotyczy różnych aspektów badanych zjawisk (Szafran, 2014). Jedną z najbardziej znanych teorii treści jest teoria hierarchii potrzeb Masłowa. Według niej każdego człowieka do działania motywują potrzeby innego poziomu zaczynając od potrzeb fizjologicznych, poprzez potrzeby bezpieczeństwa, społeczne, uznania a kończąc na potrzebie samorealizacji. Pojawianie się kolejnych poziomów potrzeb zależy od zrealizowania potrzeb niższego rzędu.
- teoria optymalizacji (*model optimization*) – optymalizacja jest częścią matematyki i polega na znalezieniu rozwiązania z punktu widzenia określonego kryterium. W naukach społecznych a w szczególności w ekonomii optymalizacja zajmuje się metodami wyboru działań związanych z prowadzonym biznesem. Za pomocą przyjętego kryterium optymalizacyjnego (funkcja celu) dokonuje się porównania

rozwiązań. W finansach dąży się do tego aby model optymalizacyjny opisywał możliwie najdokładniej rzeczywisty proces podejmowania decyzji przez jednostki, dlatego często jest on opisywany za pomocą serii założeń, które mają zapewnić racjonalność wskazywanego wyboru.

- model zapewniający przyjemność (*A model that brings pleasure*) - model tego typu charakteryzuje się ograniczoną racjonalnością, dzięki temu złożoność zadań jest zredukowana przez osoby podejmujące decyzje do poziomu, który jest łatwiejszy do zrozumienia i zaakceptowania; złożoność zadań decydentów sprowadza się do łatwiejszego zrozumienia poziomu. Uproszczony w ten sposób model daje możliwość poszukiwania najlepszych kryteriów i alternatyw wyboru.
- metoda określania przydatności (*method of determining usefulness*) - jeśli model działał niezadawalająco w przeszłości, decydent będzie musiał poszukać alternatywnej metody określania korzyści, ograniczonej do obszarów, które są bliskie problemowi. Uwzględni tylko tą, która jest bardzo podobna lub nieznacznie różniącą się od bieżącego wyboru.

## 2.2. Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej

Finanse behawioralne są stosunkowo nową i stale rozwijającą się subdyscypliną ekonomii behawioralnej. Głównym ich celem jest zrozumienie, w jaki sposób ludzie podejmują decyzje inwestycyjne i jak zachowują się w trakcie ich podejmowania (DeBondt, Forbes, Hamalainen i Muradoglu, 2010).

Zatem finanse behawioralne są częścią ekonomii behawioralnej, która poprzez badanie indywidualnych i społecznych skłonności o charakterze poznawczym i emocjonalnym, przybliża i wyjaśnia proces podejmowania decyzji gospodarczych oraz ich wpływ na ceny, dochód i sposób alokacji zasobów. Priorytetem w tym wypadku jest poszukiwanie psychologicznych mechanizmów opisujących zachowania uczestników rynków finansowych. Dzięki takim działaniom, uwzględniając emocje uczestników rynku, finanse behawioralne tłumaczą zachowania inwestorów w procesach decyzyjnych.

Interdyscyplinarność badań w ramach finansów behawioralnych polega na łączeniu teorii psychologicznych i społecznych z ekonomią i finansami. Istota tych prac ujawnia się bezpośrednio w powstawaniu relacji finansowych między uczestnikami rynku na różnych poziomach oraz między wszelkiego rodzaju interesariuszami w odniesieniu do przyciągania, redystrybucji i inwestowania środków finansowych zgodnie z ich potrzebami.

Biorąc pod uwagę jedynie nazwę 'finanse behawioralne' można domniemywać, że najważniejszą ich cechą jest zastosowanie psychologii w teorii finansów. D. Hirschleifer (2015) zauważa na przykład, że finanse behawioralne zajmują się wykorzystaniem psychologii w finansach, ze szczególnym uwzględnieniem indywidualnych poziomów ograniczeń poznawczych. Z kolei w pracy K.H. Bakera i J.R. Nofsingera (2010) można znaleźć stwierdzenie, że finanse behawioralne są stosunkowo młodą dziedziną, która poszukuje wyjaśnień dla decyzji ekonomicznych, poprzez zderzenie metod psychologii behawioralnej i poznawczej z klasyczną teorią ekonomii i finansów. Natomiast S. Flejterski (2007) uznaje finanse behawioralne jako dyscyplinę badającą rzeczywiste zachowania ludzi w odniesieniu do ich finansów, a dokładniej badającą

mechanizmy wpływu psychiki osoby podejmującej decyzje finansowe na efekty tych decyzji.

Mimo, iż nie ma jednej spójnej teorii finansów behawioralnych, zagadnienia teoretyczne z tego zakresu rozważane są w głównej mierze w kontekście wskazywania niezgodności tradycyjnej (neoklasycznej) teorii finansów, tj. opartej na założeniu racjonalności, teorii oczekiwanej użyteczności, hipotezie efektywnego rynku, nowoczesnej teorii portfela itd. (Tabela 2.2). W szczególności M. Statman (2008) stwierdza, że finanse behawioralne stanowią ofertę alternatywnych podejść do podstawowych założeń ‘standardowych finansów’ (‘nowoczesna teoria portfelowa’). Autor uważa, że inwestorzy nie są racjonalni, a raczej normalni, a rynki są efektywne tylko dla tego, że nie można ‘ich pobić’ i co jest najważniejsze inwestorzy nie posługują się przy budowie portfela papierów wartościowych modelem Markowitza tylko wykorzystują teorię behawioralnego portfela papierów wartościowych (wykorzystują księgowanie umysłowe). Tego typu stwierdzenie stoi w całkowitej sprzeczności do tradycyjnych teorii inwestowania, które opierają się na dwóch głównych założeniach: człowiek jest racjonalny i kalkuluje każdą swoją decyzję w oparciu o zbiór dostępnych informacji, a rynek jest efektywny (Fama, 1970). W rzeczywistości ani działania inwestorów (indywidualnych i instytucjonalnych) nie są racjonalne, ani rynki nie są efektywne. Wynika to z faktu, że klasyczne finanse nie dają możliwości wyjaśnienia dynamicznie zmieniających się sytuacji rynkowych, a w procesach decyzyjnych nie uwzględniają czynników psychologicznych oraz siły emocji z jaką wpływają na ludzkie zachowanie (w warunkach stresu i podniesionego poziomu adrenaliny, gdy ztraca się zdolność do prawidłowych i racjonalnych decyzji).

Tabela 2.2. Klasyczne i behawioralne elementy teorii finansów

Autor	Rok	Teoria/Pojęcie/Model
Tradycyjne teorie finansów		
John Stuart Mill	1844	Wprowadził pojęcie człowieka ekonomicznego lub <i>homo economicus</i> .
Daniel Bernoulli	1738, 1954	Teoria oczekiwanej użyteczności
John Von Neumann i Oskar Morgenstern	1944	
Harry Markowitz	1952	Teoria Markowitza
Jack Treynor, William Sharpe i John Lintner	1962, 1964, 1965	Model wyceny dóbr kapitałowych (CAPM)
Jan Mossin	1966	
Eugene Fama	1970	Hipoteza rynku efektywnego
Teorie i fundamentalne pojęcia finansów behawioralnych		
Herbert Simon	1955	Modele ograniczonej racjonalności
Leon Festinger, Henry Riecken i Stanley Schachter	1956	Teoria dysonansu poznawczego
Amos Tversky i Daniel Kahneman	1973, 1974	Heurystyki: dostępność, reprezentatywność, efekt zakotwiczenia i efekt dostosowania
Daniel Kahneman i Amos Tversky	1979	Teoria perspektyw
Amos Tversky i Daniel Kahneman	1981	Efekt framingu (kadrowania)
Richard Thaler	1985	Księgowanie umysłowe
Werner De Bondt i Richard Thaler	1985	Teoria nadmiernej reakcji na giełdach
Richard Thaler	1994	Quasi-racjonalna ekonomia
Nicolas Barberis, Andrei Shleifer i Robert Vishny	1998	Model sentymentu inwestorów
Meir Statman	1999	Behawioralna teoria wyceny aktywów

Hersh Shefrin i Meir Statman	2000	Teoria behawioralnego portfela papierów wartościowych
Andrei Shleifer	2000	Weryfikacja efektywności rynku stwierdzająca, że rynki akcji są nieefektywne
Robert Shiller	2000	Nieracjonalna żywiołowość
Nicholas Barberis, Ming Huang i Tano Santos	2001	Teoria perspektyw i cen aktywów
Mark Grinblatt i Matti Keloharju	2001	Rola czynników behawioralnych w procesach inwestycyjnych
Hubert Fromlet	2001	Odejście od paadygmatu <i>homo economicus</i>
Nicholas Barberis i Richard Thaler	2003	Rozwój teorii finansów behawioralnych
Daniel Kahneman	2003	Wprowadzenie systemów racjonalnego i automatycznego myślenia
Joshua D. Coval i Tyler Shumway	2005	Efekt wpływu obciążeń behawioralnych na rynki akcji
Richard Thaler i Cass Sunstein	2008	Wprowadzenie terminu "impuls" do finansów behawioralnych
George Akerlof i Robert Shiler	2009	'Zwierzęca natura' w działalności człowieka
Richard Thaler	2016	Niewłaściwe zachowanie jako determinanta ekonomii behawioralnej
Morgan Hausel	2021	Psychologia pieniędzy

Źródło: opracowanie własne.

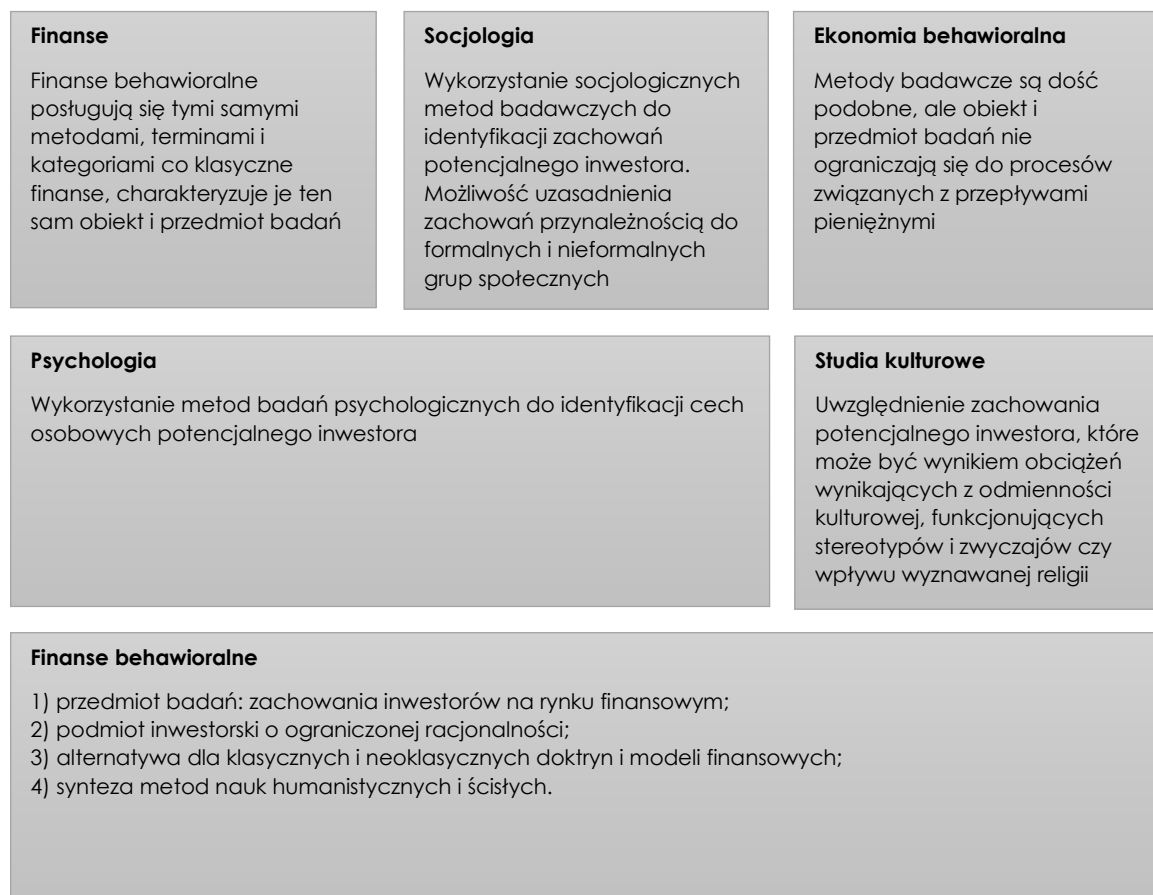
Podstawy tradycyjnych teorii finansów przez lata stanowiły sztywne założenia dla nowopowstających modeli, a błędami wynikającymi z weryfikacji owych modeli były obarczane niewłaściwe metody lub dane statystyczne. Jednak wraz z upływem czasu i rozwojem nowych technologii (głównie informatycznych) założenia te były tak często podważane, że zaczęto poszukiwać nowego sposobu na wyjaśnianie pojawiających się odstępstw od klasycznych teorii finansowych. Finanse behawioralne łącząc w sobie elementy metod psychologicznych, socjologicznych oraz teorii ekonomii i finansów dawały nadzieję naukowcom na wyjaśnienie przyczyn pojawiających się odstępstw. Głównym zadaniem nowej dyscypliny miało być wyjaśnienie przyczyn nieracjonalnych decyzji finansowych inwestorów (Hellmann, 2016).

Dynamiczny rozwój nowej koncepcji został doceniony przez środowisko naukowe ekonomistów przyznaniem w 2002 roku Nagroda Banku Szwecji im. Alfreda Nobla w dziedzinie ekonomii. W komunikacie kapituły stwierdzono, iż Daniel Kahneman (Uniwersytet Princeton, USA) otrzymuje nagrodę za zintegrowanie wyników z badań psychologicznych w naukach ekonomicznych, a w szczególności badań dotyczących ludzkich sądów i podejmowania decyzji w warunkach niepewności. W 2002 roku drugim laureatem został Vernon Smith, który jest przedstawicielem ekonomii eksperymentalnej, mającej bardzo silne związki z ekonomią behawioralną (ekonomia behawioralna często korzysta z metod ekonomii eksperymentalnej podczas prowadzenia badań).

Zarówno klasyczna teoria finansów jak i zręby teorii finansów behawioralnych mają swoje mocne i słabe strony. Finanse neoklasyczne cechuje systematyczność i rygorystyczne założenia, co należy uznać za pozytywny przejaw zbudowanej teorii. Z kolei główną ich słabością jest umieszczenie w centralnym punkcie nierealistycznego założenia o racjonalności uczestników rynku. Mocną stroną finansów behawioralnych jest wykorzystanie psychologii do wyjaśnienia dlaczego ludzie unikają w pełni racjonalnych zachowań. Niestety finanse behawioralne zawierają również słabości, wśród których jedną z głównych jest opieranie się modelach, którym brakuje spójności i zunifikowanej struktury.

Literaturę zajmującą się problematyką finansów behawioralnych można podzielić na dwa główne obszary: identyfikację anomalii w hipotezach, na których opierają się klasyczne teorie rynku (De Bondt i Thaler, 1985) oraz identyfikację zachowań inwestorów indywidualnych lub ich preferencji, które są niezgodne z klasycznymi ekonomicznymi teoriami racjonalnego zachowania (Odean, 1985). Swoim podejściem finanse behawioralne stanowią poważną przeszkodę dla przyszłości teorii rynków efektywnych, kładąc nacisk na sposoby, pozwalające inwestorom interpretować informacje, którymi dysponują i unikania pułapek psychologicznych, wynikających z nadmiaru informacji na rynku. Dzięki włączeniu psychologii i socjologii do procesów poznawczych umożliwia się lepsze zrozumienie zachowań inwestorów i wydarzeń zachodzących na rynkach finansowych. Korzystanie z finansów behawioralnych stwarza inwestorom nową płaszczyznę do oceny procesów, wyboru decyzji na coraz bardziej złożonych i skomplikowanych rynkach finansowych.

Finansiści behawioralni N. Barberis i R. Thaler zdefiniowali kierunek badań nad finansami behawioralnymi w następujący sposób: *‘zaczęliśmy od ważnego zadania polegającego na rejestrowaniu i zrozumieniu, w jaki sposób inwestorzy, zarówno amatorzy, jak i profesjonaliści, podejmują decyzje przy wyborze portfela. Do niedawna takich badań brakowało w zestawie narzędzi ekonomistów finansowych, być może z powodu błędnego przekonania, że wartość aktywów można określić bez żadnej wiedzy o elementach ekonomii behawioralnej’* (Barberis i Thaler, 2003).



Rysunek 2.2. Interdyscyplinarność finansów behawioralnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Statman, M. (2008). *What Is Behavioural Finance?* Hoboken: John Wiley & Sons.

Jednak są prace, które uznają finanse behawioralne za paradygmat, dzięki któremu dokonuje się badania rynków finansowych w oparciu o modele szersze niż te, które opierają się na teorii użyteczności von Neumanna i Morgensterna i dodatkowo są wspierane przez założenia dotyczące arbitrażu cenowego J.R. Rittera (2003). Finanse behawioralne uzasadniają modele, w których uczestnicy rynku nie są w pełni racjonalni ze względu na istniejące obciążenia poznawcze i błędne oceny. Inni autorzy jak M. Sewell (2010) i H. Shefrin (2008) postrzegają finanse behawioralne jako kierunek badający wpływ zjawisk psychologicznych na zachowania finansowe inwestorów a w efekcie finalnym również na całe rynki finansowe. Z kolei V. Ricciardi i H.K. Simon (2000) zauważyli, że istota finansów behawioralnych, którą jest zrozumienie schematów postępowania inwestorów, procesów emocjonalnych oraz stopnia ich wpływu na końcową decyzję jest możliwe dzięki możliwości silnego zdefiniowania istoty dyscyplin, dzięki którym zostały one utworzone, tj. psychologii, socjologii i finansom. Finanse behawioralne są oparte na podejściu interdyscyplinarnym, które angażuje naukowców pochodzących z różnych dyscyplin naukowych, nie zamykając się na ekonomię, finanse czy zarządzanie (Rysunek 2.2).

Jak wskazano już wcześniej finanse behawioralne mają swoje korzenie w psychologicznych badaniach nad podejmowaniem decyzji przez jednostki. Uwzględniają różne obciążenia psychologiczne, którym ulegają jednostki. Te obciążenia, błędy poznawcze prowadzą w efekcie do irracjonalnych zachowań. Sensem finansów behawioralnych jest zatem zrozumienie, jak psychologia wpływa na podejmowanie decyzji inwestycyjnych (Shefrin, 2001). Zdaniem niektórych to czynniki behawioralne determinują proces podejmowania decyzji inwestycyjnych, wśród których za decydujące uważa się strach i chciwość, choć często wymienia się obok nich również miłość, optymizm czy instykt stadny (Fischer i Gerhardt, 2007). Z drugiej strony emocjonalna natura człowieka sama powoduje powstawanie kolejnych ograniczeń, których geneza ma swoje miejsce w emocjach. I tak pojawiają się również: nadmierna pewność siebie (*overconfidence*), iluzja kontroli czy bańki spekulacyjne. Podłoże interpretacyjne dla finansów behawioralnych zapewniają psychologia poznawcza lub behawioralna, psychologia emocji i motywacji oraz psychologia społeczna.

Istnieje szereg czynników, które faktycznie motywują inwestora do podejmowania decyzji inwestycyjnych. Wszędzie, gdzie pojawiają się kwestie finansowe i społeczne, powodują powstawanie subiektywnych reakcji emocjonalnych, które przekładają się na zdominowanie obiektywnego i logicznego podejścia przez niestabilne subiektywne odczucia. Finanse behawioralne uwzględniają zatem ludzkie emocje, które towarzyszą podejmowaniu wszelkich decyzji finansowych (Mitroi i Oproiu, 2014).

Zachowania rynkowe inwestorów, podlegających emocjom są zatem zbiorem indywidualnych reakcji pod wpływem spersonalizowanych i zbiorowych bodźców. W wyniku tego w literaturze dotyczącej finansów behawioralnych wyróżnia się analizę indywidualnych zachowań inwestorów oraz także analizę zachowań rynków kapitałowych (Shefrin, 2000). Do pierwszej z wymienionych zalicza się teorię perspektywy, badania prowadzone nad efektem predyspozycji czy też dotyczące heurystyk<sup>8</sup>. Rozpatrując z kolei analizę zachowania się rynku kapitałowego zauważa się badania nad anomaliami sezonowymi, fundamentalnymi bądź też związanymi z nad reaktywnością rynków kapitałowych. Konsekwencją tego, w nawiązaniu do szeregu osiągnięć dyscypliny

---

<sup>8</sup> Heurystyka - uproszczona reguła myślenia, utrwalona zasada postępowania



w zakresie finansów behawioralnych przedstawionych w tabeli 2.2, jest podział teorii finansów behawioralnych na cztery zasadnicze grupy:

- teorii perspektywy (*theory of prospects*) - sformułowana przez wielu badaczy w kontekście krytyki teorii oczekiwanej użyteczności i teorii racjonalnych oczekiwań. Teoria ma charakter opisowy, ale opiera się na wynikach setek eksperymentów, w których uczestnicy byli proszeni o wybieranie alternatyw w obliczu niepewności i ryzyka. Znaczna liczba eksperymentów D. Kahnemana i A. Tversky'ego (1979) – twórców tej teorii - wykazała, że jednostki są w głównej mierze nieefektywnymi przekazywanymi przepływu informacji, ponieważ podejmują szybkie i niezadowolające decyzje, a nie te oparte na rozważnej logice;
- teorii zachowań inwestorów (*theory of investor behaviour*) – to teorie opisujące emocjonalne reakcje inwestorów na pojawiające się na rynku nowe informacje dotyczące aktywów finansowych. A. Schleifer (2000) opisał dwa niezwykle istotne obciążenia poznawcze występujące w zachowaniach inwestorów: konserwatyzm oraz błędne zastosowanie modeli szacowania prawdopodobieństwa. Efekt konserwatyizmu to sytuacja, w której inwestorzy przedkładają oryginalne, istniejące wcześniej informacje nad nowe dane. Sytuacja taka powoduje, że osoby podejmujące decyzje wolno reagują na nowe, krytyczne informacje i przykładają zbyt dużą wagę do poziomów bazowych. Nieprawidłowe wykorzystywanie modeli służących do szacowania prawdopodobieństwa jest konsekwencją niedostrzegania nowych, istotnych informacji. Sytuacja taka może prowadzić do przeszacowania lub niedoszacowania wartości instrumentów finansowych i w konsekwencji strat.
- teorii chaotycznego handlu (*theory of noise trading*) (Trueman, 1988) – przeciwieństwem wiadomości na rynku finansowym jest szum (*noise*). Racjonalni inwestorzy podejmują decyzję na podstawie logicznych przesłanek takich jak ekspertyzy, prognozy czy sprawdzone informacje prasowe. Niestety istnieje całkiem spora grupa inwestorów, która podejmuje decyzje na podstawie zupełnie przypadkowych wiadomości, czyli ‘czegokolwiek’ jak pisał R. Thaler (1993). W takich okolicznościach transakcje dokonywane przypadkowo powodują chaos na rynku i destabilizują go. W efekcie czego racjonalni inwestorzy konkurują na rynku z inwestorami irracjonalnymi, dzięki czemu mogą spodziewać się ponadnormatywnych dochodów.
- teorii efektywności działań inwestora (*theory of effectiveness of trader's operations*) – rezultat badań przeprowadzonych między innymi w USA i Kanadzie, które wykazały istnienie związków między cechami psychologicznymi inwestorów a wynikami ich inwestycji. Na tej podstawie wyciągnięto wnioski o konieczności posiadania przez idealnego inwestora następujących cech: brak chęci pokonania rynku i przejęcia nad nim kontroli; umiejętność ustalenia indywidualnych poziomów akceptowalnego ryzyka; posiadanie selektywności percepcji i pamięci; umiejętność rozpoznawania stanu stresu i rozwijania mechanizmów obronnych przed nieprzemyślanymi działaniami; umiejętność abstrahowania od własnych emocji i doświadczeń; uwzględnianie wpływu negatywnych postaw, preferencji i nastrojów; brak uzależnienia od gry giełdowej. Występowanie takich cech powinno zaskutkować pojawieniem się ‘optymizmu transakcyjnego’ (*trading optimism*), będącego niezbędnym i wystarczającym warunkiem sukcesu inwestycyjnego. Co jednak istotne, zbudowanie u inwestora takiego optymizmu jest możliwe dopiero

po upływie pewnego czasu w miarę wzrostu liczby udanych transakcji (Baker i Nofsinger, 2010).

Wśród subdyscyplin, w których wspólne badania ekonomistów (w tym finansistów) oraz przedstawicieli innych subdyscyplin przyniosły bądź ewentualnie mogą przynieść nowe, użyteczne wyniki wyszczególnić należy:

- ekonomia eksperymentalna (*experimental economics*), w tym tzw. finanse eksperymentalne – odnosi się do testowania mechanizmów rynkowych poprzez zastosowanie różnego rodzaju eksperymentów do testowania zachowań inwestorów giełdowych (Smith, 1962);
- neuroekonomia (*neuroeconomics*) i neurofinanse (*neurofinance*) – odnoszą się do prowadzenia badań dotyczących wpływu zachowań świadomych i podświadomych jednostki na podejmowane decyzje ekonomiczne oraz finansowe. Uwzględniają analizę wpływu procesów neurofizjologicznych zachodzących w mózgu na zachowanie inwestora;
- genoekonomia (*genoeconomics*) – jedna z najmłodszych z subdyscyplin, która warunkuje zachowania ludzkie w sferze ekonomii przyczynami o charakterze genetycznym;
- socjoekonomia (*socioeconomic*) – stanowi pomost między ekonomią i finansami a pozostałymi zjawiskami społecznymi. Zakłada, że miejscem, w którym następuje powiązanie efektów społecznych ze zjawiskami finansowymi jest rynek finansowy (MacKenzie, 2006).

Podsumowując finanse behawioralne można określić jako subdyscyplinę naukową finansów, która wykorzystuje wiedzę psychologiczną do wzmacniania i ulepszania zdolności poznawczych, interpretacyjnych i predykcyjnych teorii finansowych przez uwzględnienie wpływu czynników nieekonomicznych na decyzje finansowe inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych oraz ich oddziaływania na rynki finansowe.

Można zatem uogólnić, że podejście behawioralne koncentruje się przede wszystkim na czynnikach psychologicznych, które są najważniejsze w wyjaśnianiu wielu aspektów zachowań finansowych jednostek. Wykorzystanie czynników psychologicznych w analizie ekonomicznej dostarcza dodatkowych informacji mogących mieć wpływ na przyczyny podejmowania decyzji finansowych, wynikające pośrednio z zachowań jednostek. Skutkuje to znaczącym uzupełnieniem wniosków płynących z teorii ekonomii i wpływa na proces rozumienia strategii inwestycyjnych opartych na zachowaniach jednostek na współczesnych rynkach finansowych. Finanse behawioralne na płaszczyźnie teoretycznej nie są zbyt dobrze ugruntowane ale w praktyce są niezwykle istotnym katalizatorem rozwoju rynków finansowych.

### **2.3. Analiza zachowań inwestorów i procesu decyzyjnego**

Analizując procesy i relacje zachodzące w różnorodnych zjawiskach ekonomicznych naukowcy zauważyli, że klasyczne teorie finansowe nie są w stanie wyjaśnić przyczyn i skutków wszystkich decyzji finansowych, ponieważ w praktyce często zachowanie jednostek różni się od tego, co opisuje teoria. Pojawianie się anomalii na rynkach finansowych w wyniku weryfikacji hipotez stawianych przez część klasycznych teorii finansowych ujawniło zapotrzebowanie na alternatywne metody opisu zjawisk ekonomicznych, wśród których co raz bardziej istotną rolę zaczęły odgrywać

modele behawioralne. Inwestowanie behawioralne (emocjonalne, oparte o wiedzę z zakresu finansów behawioralnych) stało się nowym trendem na rynkach finansowych, który stara się wyjaśniać, przyczyny podejmowania przez jednostki irracjonalnych decyzji finansowych, którymi mogą być między innymi: stereotypowe myślenie, emocje czy błędy poznawcze.

Francuski socjolog G. Le Bon opisał w pracy *'Psychologia ludów i mas'* zarówno irracjonalne zachowania jednostek jak również znaczenie mas w kształtowaniu zachowań rynkowych. Wszystkie decyzje podzielił na dwa typy: pierwszy to decyzje przypadkowe, natychmiastowe, a drugi to decyzje regulowane prawem i popierane przez opinię publiczną. Udowodnił on, że ludzie w tłumie zaczynają zachowywać się inaczej niż w odosobnieniu. Oznacza to, że są narażeni na wpływy zewnętrzne (świadome i nieświadome), nawet jeśli wiedzą, że źródło tego wpływu jest nieprawdziwe (Le Bon, 1977).

Według E.J. Langer i J. Rotha irracjonalne decyzje są konsekwencją iluzji kontroli, czyli tendencji jednostek do wierzenia, że mogą kontrolować lub przynajmniej wpływać na wyniki działań, które są od nich całkowicie niezależne. Zatem mogą narażać się na większe ryzyko przy przekonaniu, że ich działania mogą być takiego ryzyka pozbawione (Langer i Roth, 1975).

M. Allais w 1953 roku (Allais, 1953) doszedł do wniosku, że w ocenie możliwych rozwiązań alternatywnych jednostki są irracjonalne, ponieważ brak informacji i stereotypy oceniania utrudniają racjonalny wybór. W swojej pracy zakwestionował przewidywania teorii oczekiwanej użyteczności.

H. Raiffa (1968), pionier w zakresie analizy decyzji, negocjacji i teorii gier, w pracy *'Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty'* przekonywał, że w momencie podejmowania istotnej decyzji, inwestor doznaje odmiennych uczuć: od zwątpienia do pewności siebie czy od chęci odłożenia decyzji w czasie po szybkie jej sfinalizowanie. Dyskomfort odczuwany z tego powodu jest przyczyną często niezrozumiałych decyzji, które mogą się przekładać na brak efektywnego działania, a rezultat końcowy inwestycji może zależeć od przysłowiowego szczęścia.

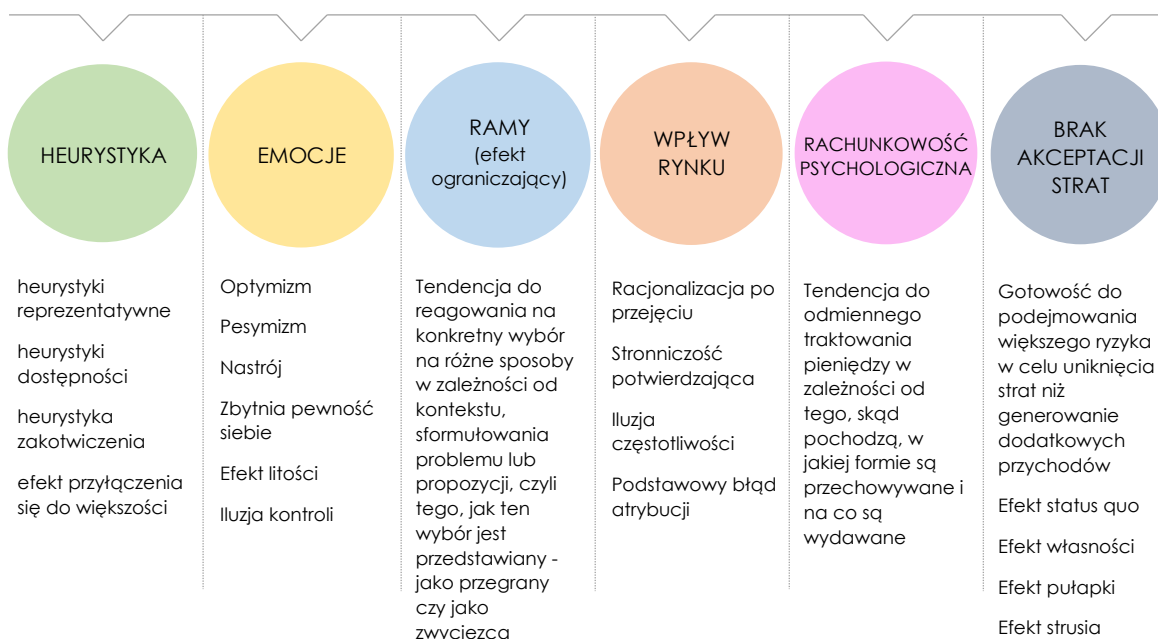
Analitycy rynków finansowych od lat, prowadząc badania, starają się dowieść, że teorie leżące u podstaw inwestowania są właściwe lub nie. Szukają przy tym logicznego uzasadnienia rozbieżności pomiędzy teorią a praktyką inwestowania. D. Kahneman, którego uważa się za najważniejszego twórcę w tym zakresie, wskazał, że inwestorzy nie są racjonalni, a ich decyzje są zdominowane przez czynniki psychologiczne. Szereg innych badań publikowanych w późniejszych latach podkreśla, że inwestorzy nie mogą podejmować racjonalnych decyzji w sytuacjach niepewności i ryzyka (Cornicello, 2004) (Nofsinger, 2005).

Wszyscy inwestorzy, bez względu na typ, dążą do maksymalizacji własnych korzyści, niezależnie od tego czy za taką korzyść uzna się maksymalizację zysku, maksymalizację przyjemności czy po prostu chciwość. Niekiedy jednak inwestorów do działań skłania konkurencja rynkowa, wymuszając chciwość i działania nieetyczne (Shleifer A., 2004). Wszystko to sprawia, że niezbędnym narzędziem do badania efektywności inwestycji stają się narzędzia behawioralne, niekiedy niesłusznie wskazywane jako stojące w opozycji do klasycznych paradygmatów finansowych. Klasyczna koncepcja finansów zakłada, że gracze giełdowi podejmują logiczne, racjonalne decyzje, podczas gdy finansisci behawioralni twierdzą, że rynki oddziałują na psychikę

inwestora, którego cechują dodatkowo pewne obciążenia psychologiczne na wszystkich etapach podejmowania decyzji (Keklik, 2011).

Finanse behawioralne zajmują się badaniami nad czynnikami psychologicznymi i socjologicznymi, które wpływają na decyzje podejmowane przez osoby podejmujące decyzje finansowe lub związane z przepływem środków pieniężnych. Utopijną ideą jest racjonalność inwestorów, ale powinno się zakładać, że istnieje proces ciągłego dochodzenia do rozwiązań zbliżonych do racjonalnych między innymi poprzez zrozumienie procesów. W przypadku finansów behawioralnych, ważne jest, że również nastroje takie jak smutek czy radość mogą determinować postawy wobec decyzji finansowych a ich wartości i skłonności do ich podejmowania będą się zmieniać wraz ze zmianami tych nastrojów. Zatem zakłada się, że również stany emocjonalne (chwilowe i czy długotrwałe) wywierają wpływ na zachowania inwestorów.

Behawioralny model podejmowania decyzji finansowych opiera się na dwóch głównych źródłach: psychologii poznawczej i teorii perspektyw. Ciągłe badanie zachowań jednostek podejmujących decyzje, w tym kontekście, pozwoliło na określenie listy czynników behawioralnych wpływających na decyzje finansowe (Rysunek 2.3).



Rysunek 2.3. Czynniki behawioralne wpływające na decyzje finansowe.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: McRaney, D. (2014). *You are Now Less Dumb: How to Conquer Mob Mentality, How to Buy Happiness, and All the Other Ways to Outsmart Yourself*. Avery; Reprint edition; Jurevičienė, D., Ivanova, O. (2013). Behavioural finance: theory and survey. *Business in XXI century*, 5(10). 53-58.

Podstawową ideą psychologii poznawczej jest skoncentrowanie uwagi badaczy na rolach procesów poznawczych, takich jak myślenie, spostrzeganie czy pamięć. Inną, niemniej ważną, kwestią jest budowanie wewnętrznych struktur, które regulują zachowania człowieka, na podstawie analizowanych procesów poznawczych. Obciążenia poznawcze, czyli elementy owych struktur (poznawczej reprezentacji świata) prowadzą do niedokładnego osądu, nielogicznej interpretacji czy do przejawów irracjonalności (Beck, 2008). Przy obecnych uwarunkowaniach decyzyjnych jednostki

mierzą się z ograniczeniami w zakresie zarówno czasu jak i zasobów, co powoduje, że proces decyzyjny wspierany odpowiednią analizą danych staje się bardziej skomplikowany i często nie może się zakończyć optymalną decyzją. Dlatego inwestorzy korzystają z uproszczonych narzędzi aby przyspieszyć proces decyzyjny poprzez odpowiednią, prawie automatyczną reakcję na bodźce zewnętrzne. Tymi narzędziami są heurystyki. Są to tak zwane najkrótsze ścieżki, które redukują złożone metody przetwarzania informacji potrzebne do podjęcia decyzji. Wadą takiego podejścia są często systematyczne błędy i obciążenia podejmowanych decyzji finansowych.

Do głównych typów heurystyk (*heuristics*) wpływających na proces podejmowania decyzji finansowych należy zaliczyć między innymi:

- heurystykę reprezentatywności (*representativeness heuristic*) - polega na szacowaniu prawdopodobieństwa na podstawie podobieństwa. Oznacza to, że jednostki posługują się stereotypami i mają tendencję do szacowania prawdopodobieństwa lub częstotliwości zdarzenia na podstawie tego, w jakim stopniu wydarzenie przypomina im zdarzenie uznane przez nich za typowe (Baumeister i Bushman, 2013);
- heurystykę dostępności (*availability heuristic*) - tendencja do wyciągania wniosków na podstawie dostępnej wiedzy, ignorowanie potrzeby jej weryfikacji i sprawdzania innych alternatywnych rozwiązań;
- heurystykę zakotwiczenia (*anchoring heuristics*) jest heurystyką poznawczą, w której proces decyzyjny jest oparty o początkową ‘kotwicę’ (wartość referencyjną lub informację, do której osoba podejmująca decyzję odnosi się w trakcie oceny i dokonuje porównań);
- efekt ‘*bandwagon*’ (zwany czasami efektem zarażania – ‘*contagion*’) – jest to efekt wpływu na postawy, przekonania lub zachowania jednostek, które wynikają z ich wrażeń na temat postaw, przekonań lub zachowań zbiorowości anonimowych osób spoza sfery ich osobistego kontaktu (np. znajomych z Internetu). Decyzja ma związek z myśleniem grupowym i zachowaniem tłumu (Schmitt-Beck, 2015).

Jednym z podstawowych dzieł mówiących o nadzwyczajnych wpływach opinii społecznej na wydarzenia ekonomiczne zarówno w skali makro jak i mikro jest praca Ch. Mackaya zatytułowana „*Memories of extraordinary mass false judgments and madness of the crowd*” (Mackay, 1841). Autor opisuje w niej działania spekulantów, które zawsze prowadziły do destabilizacji giełd (bańki spekulacyjne nazwane również „efektem tłumu”). Masowa panika inwestorów doprowadzała kilkakrotnie do niebezpiecznych zjawisk, wśród których najbardziej znane były: „tulipmania” w 1636 r. w Holandii; kalifornijska gorączka złota w 1840 r.; kryzys Kompanii Mórz Południowych w Europie w XVIII wieku; kryzys subprime). Na rynkach finansowych efekt często wiąże się z tak zwaną kaskadą informacyjną, gdyż inwestor podejmuje decyzje obserwując działania większości uczestników rynku poprzez naśladowanie (Makkej, 2003).

Francuski socjolog G. Le Bon (1977) analizował przesłanki występowania i specyfikę irracjonalnego zachowania tłumu. Autor uważając stwierdził, że tłum staje się osobliwym organizmem z cechami, które nie są charakterystyczne dla poszczególnych osób. Jego zdaniem świadoma osobowość znika w tłumie, a uczucia i idee poszczególnych podmiotów przyjmują wspólny kierunek w miarę formowania się myśli zbiorowej, która ma charakter tymczasowy z jasno określonymi celami. Kryzysy giełdowe, które okresowo powstawały pod wpływem czynników, których tradycyjna teoria nie potrafi wyjaśnić, okazały się być doskonałym polem badawczym, udowadniającym,

ze teorii behawioralne mają sens. W wyniku ich badania dodatkowo, poza analizą behawioralną postaw, można wypracowywać skuteczne mechanizmy przeciwdziałania efektom działań tłumu w przyszłości.

Wspomniany wcześniej efekt kaskady informacyjnej jest również przedmiotem badań. Bernard Baruch (1997) w swojej pracy pisał *'To, co rejestruje się podczas wahań na giełdzie, to nie ludzkie wydarzenia, ale ludzkie reakcje na te wydarzenia. Nigdy nie podążaj za tłumem'*. W praktyce dość często inwestorzy przyjmują strategię naśladowania najbardziej skutecznych graczy giełdowych lub podejmują swoje decyzje w oparciu o opinie innych uczestników rynku, postępując wedle zasady, iż tłum nie może się mylić. Niekiedy można znaleźć wytłumaczenie dla takich działań, a mianowicie, że ilość informacji, szczególnie finansowych, która pojawia się w przestrzeni publicznej wymusza stosowanie 'uproszczonego algorytmu' rozwiązywania problemów wyboru w sytuacji niepewności. Dlatego też część naukowców sugeruje zgłębianie psychologii tłumów w celu poszerzenia informacji o zachowaniach rynków finansowych (Papper, 2006).

Analiza stóp zwrotu z akcji na NYSE w latach 1953–1977 przeprowadzona przez K. Frencha (1980) ujawniła występowanie 'efektu dnia w tygodniu' (znanego również jako efekt poniedziałku, efekt dnia tygodnia lub sezonowy poniedziałek). Na większości rozwiniętych rynków finansowych obserwuje się pewne systematyczne zmiany w aktywności inwestorów, które wpływają na znaczące zmiany stóp zwrotu w określonych dniach tygodnia. I tak dla przykładu Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Kanada, Niemcy, Włochy czy Brazylia charakteryzuje się 'efektem piątku'. Z kolei w Japonii, Francji, Australii, Hongkongu czy Singapurze występuje 'efekt wtorku', a na giełdzie rosyjskiej można zauważyć zarówno 'efekt piątku' jak i 'efekt środy'.

Emocje (*emotions*) w dużym stopniu kształtują procesy decyzyjne, wpływają na preferencje i przekonania. Można tu wyróżnić między innymi następujące rodzaje efektów, kierowane uczuciami (Lerner, Li, Valdesolo i Kassam, 2015):

- optymizm (*optimism*) to przesadna skłonność do oczekiwania dobrego wyniku nawet w przypadku braku w rzeczywistości podstaw do takich oczekiwań;
- pesymizm (*pessimism*) - odwrotny efekt myślenia życzeniowego, skłonność osób do przeceniania prawdopodobieństwa, że realizacji negatywnych zdarzeń;
- efekt nastroju (*mood effect*) – pamięć ludzka odtwarza w większym stopniu informacje, które odpowiadają ich aktualnemu nastrojowi. Nastrój wpływa na preferencje inwestorów przy podejmowaniu ryzyka, a także na zaufanie do własnych umiejętności i możliwości;
- efekt nadmiernej pewności siebie (*the overconfidence effect*) – sytuacja, w której przecenia się własne umiejętności i własną wiedzę;
- złudzenie kontroli (*illusion of control*) – polega na przekonaniu, że mogą kontrolować lub przynajmniej wpływać na wyniki wydarzeń, na które nie mają wpływu;
- efekt niechęci do żalu lub efekt żalu (*the regret aversion effect*) charakteryzuje się wyrzutem sumienia po podjęciu błędnej decyzji, która doprowadziła do negatywnego wyniku. Jednym ze sposobów uniknięcia efektu litości jest przeniesienie odpowiedzialności.

Inną przyczyną irracjonalności w zachowaniach decyzyjnych może być efekt kadrowania (*framing*). Został on odkryty przez D. Kahnemana i A. Tversky'ego, którzy napisali, że kadr tworzony przez jednostkę jest w pewnym stopniu częścią procesu formułowania problemu, a jego umowne granice wynikają z przyzwyczajęń i cech

indywidualnych człowieka (Kahneman i Tversky, 1981). Oznacza to, że preferencje i decyzje ludzkie często zależą od tego, w jaki sposób jest opisane zdarzenie i jak przedstawione są alternatywy.

Wiele decyzji finansowych podejmowanych jest pod wpływem ‘nastroju’ rynku (*market influence*) w oparciu o takie czynniki, jak lojalność wobec marki czy reklamy:

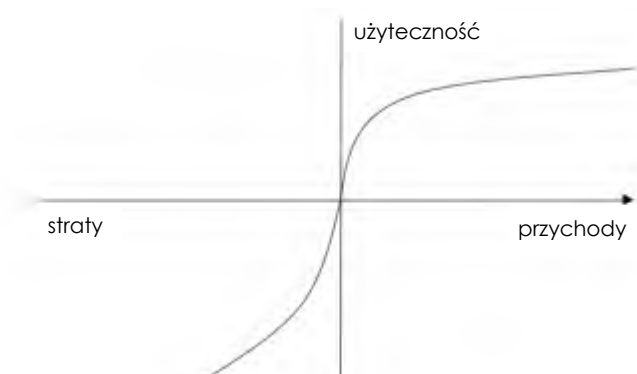
- racjonalizacja posprzedażowa (*post-purchase rationalization*), zwana także syndromem kupca sztokholmskiego (*Stockholm Buyer Syndrome*) - gdy osoba, która nabyła drogi produkt lub usługę, nie widzi jej wad i w ten sposób uzasadnienia celowości swojego zakupu;
- efekt potwierdzenia (*confirmation bias*) - polega na wyszukiwaniu lub interpretowaniu informacji w taki sposób, aby potwierdzały przyjęte przekonania lub hipotezy;
- iluzja częstotliwości (*frequency illusion*) - pojawia się, gdy słowo, które w ostatnim czasie zwróciło uwagę, pojawia się ponownie w niespodziewanym momencie, a decydentowi wydaje się, że pojawia się ono wyjątkowo często. Efekt ten jest znany jako zjawisko Baader-Meinhof.
- podstawowy błąd przypisania (*fundamental attribution error*), znany również jako obciążenie korespondencji lub efekt przypisania jest tendencją do niedoceniań sytuacji i środowiskowych przyczyn wyjaśniających zaobserwowane zachowania jednostki, przy jednoczesnym przecenianiu wyjaśnień opartych na dyspozycyjnych i osobowościowych obciążeniach.

Jedną z najważniejszych idei leżących u podstaw analiz behawioralnych jest koncepcja księgowości umysłowej (*mental account bias*), opracowana przez Richarda Thaler (1980). Najważniejszym jej założeniem jest koncepcja mówiąca o tym, że w zależności od celu (przeznaczenia) dokonywanych inwestycji ludzie w swej podświadomości tworzą odrębne konta księgowe, na których znajdują się wybrane aktywa. Co więcej nie ma znaczenia czy między posiadanymi aktywami występuje jakikolwiek związek statystyczny – stanowią one odrębne portfele aktywów o różnym przeznaczeniu i różnych terminach zapadalności. Innym problemem z tym związanym jest traktowanie w różny sposób posiadanych aktywów w zależności od źródła ich pochodzenia. W tym wypadku może to oznaczać, że ludzie mają tendencję do przypisywania różnej wartości środkom finansowym, podczas gdy racjonalne jest posiadanie takiego samego stosunku do wszystkich pieniędzy.

Awersja do strat (*non-acceptance of losses*) jest jednym z najważniejszych elementów teorii perspektyw, która opisuje, jaki stosunek do zysków i strat mają inwestorzy. Prowadząc badania D. Kahneman i A. Tversky, zakładali, że ludzie inaczej odczuwają zyski i straty. Radość z wygranej jest około dwa razy mniejsza niż uczucie goryczy przegranej. Na podstawie badań eksperymentalnych teoria perspektyw wyciąga paradoksalny wniosek: inwestorzy są bardziej skłonni do podejmowania większego ryzyka w celu uniknięcia strat niż do otrzymania dodatkowej premii przy wyższym ryzyku (Kahneman i Tversky, 1979). Zgodnie z teorią, inwestor przetrzymuje papiery wartościowe, które tracą na wartości, ale sprzedaje te, których kurs rośnie. Taką sytuację nazywa się efektem dyspozycji.

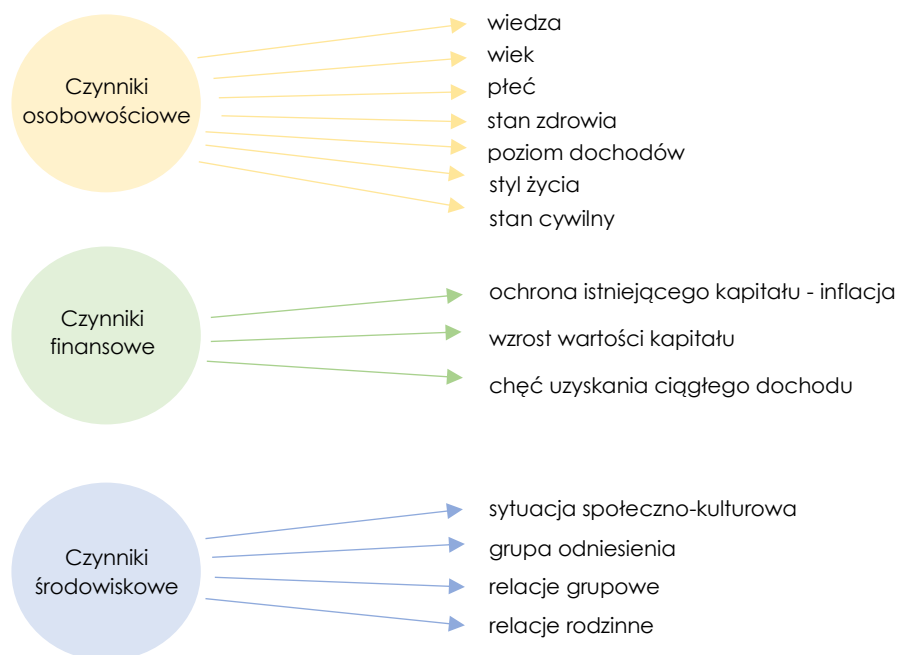
Funkcję użyteczności D. Kahnemana i A. Tverskyego przedstawiono na rysunku 2.4. Jest ona wklęsła dla korzyści (ze względu na awersję do ryzyka) i wypukła dla strat (poszukiwanie ryzyka), a także szybsza dla strat niż dla korzyści (efekt unikania strat) (Majewski, 2012).

Awersja do strat jest uniwersalnym i ważnym aspektem ludzkiego zachowania, ponieważ pomaga wyjaśnić wiele zjawisk behawioralnych - od dobrze znanego paradoksu petersburskiego po efekt status quo - tendencję do niepodejmowania działań ze względu na strach przed zmianami. Wyjaśnia również efekt posiadania, tendencję do nadawania większej wartości aktywom będącym w posiadaniu osoby wyceniającej niż aktywom podobnej wartości, których się nie posiada.



Rysunek 2.4. Funkcja użyteczności D. Kahnemana i A. Tversky'ego.  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie: Kahneman D., Tversky A. (1981). The Framing of Decisions and Psychology of Choice. *Science*, 211, 453-458.

Centralnym podmiotem zarówno finansów behawioralnych jak i ekonomii behawioralnej jest inwestor – osoba podejmująca decyzje zarówno o oszczędzaniu, konsumpcji jak i inwestycyjne. Inwestorzy indywidualni to osoby, które inwestują we własnym imieniu i na własny rachunek, a na ich decyzje inwestycyjne ma wpływ szereg czynników osobowościowych, finansowych i środowiskowych (Rysunek 2.5).



Rysunek 2.5. Czynniki wpływające na decyzję inwestycyjną.  
 Źródło: opracowanie własne.



Do pierwszej grupy czynników zaliczyć należy między innymi posiadanie odpowiedniej wiedzy i czasu, wiek, płeć, stan zdrowia, poziom dochodów, styl życia, przewidywania czy też stan cywilny. Druga kategoria - czynniki finansowe – związana jest z ochroną istniejącego kapitału, wzrostem wartości kapitału oraz chęcią uzyskania ciągłego dochodu. Czynniki środowiskowe, które stanowią trzecią grupę to sytuacja społeczno-kulturowa, w którą zaangażowani są inwestorzy, grupa odniesienia, relacje grupowe i rodzinne.

Biorąc pod uwagę teorię neoklasyczną, nawiązującą do racjonalności postępowania inwestorów analizuje się racjonalny model, który z powodu niedociągnięć prowadzi często do analizy ekonomicznej obarczonej wieloma błędami i tworzenia strategii postępowania opartej na tych błędnych analizach. Podkreślając główne braki w neoklasycznym podejściu ekonomii ludzkiego zachowania wykorzystuje się siedem kluczowych zasad. Są to odpowiednio (Dawnay i Shah, 2005):

- kwestie zachowania innych ludzi - w większości przypadków ludzie kształtują swoje zachowania poprzez obserwację innych ludzi, naśladują ich działania czy chociażby sposoby komunikowania się; akceptacja społeczna jest podstawą do kontynuacji działań;
- istotność nawyków - większość podejmowanych działań jest wykonywana przez ludzi automatycznie;
- ludzie są zmotywowani, aby postępować właściwie - zdarzają się przypadki, w których pieniądze są czynnikiem motywującym; powodem jest to, że fundamentalna motywacja ludzi ulega destabilizacji;
- oczekiwania dotyczące samego siebie wpływają na zachowanie - każda osoba ma określone wartości i zobowiązania; ma pewne oczekiwania wobec siebie, oczekuje od siebie pozytywnych i dobrych decyzji, w tym celu chce, aby jej działanie było zgodne z jej etyką, zasadami i zaangażowaniem;
- naturalna awersja do strat - oznacza to, że każda osoba ma tendencję do unikania strat;
- ludzie źle radzą sobie z obliczeniami – w momencie podejmowania decyzji kładą większy nacisk na ostatnie wydarzenia, a bardzo mało na te odległe; nie potrafią dobrze obliczyć prawdopodobieństw realizacji określonych stanów i zbyt często przejmują się nieprawdopodobnymi zdarzeniami;
- tylko pełne zaangażowanie pozwoli na skuteczne dokonywanie zmian.

## **2.4. Przyczyny różnic we wzorcach inwestowania**

Jak stwierdzono już wcześniej finanse behawioralne implikują konieczność zastosowania metod psychologii w finansach (Hirshleifer D. , 2015). Oferują alternatywne narzędzie do badania zachowań inwestorów i przyczyn anomalii rynkowych. Analitycy i naukowcy wykorzystują je do wyjaśnienia chociażby anomalii na rynkach finansowych, takich jak bańki spekulacyjne, efekt dnia tygodnia czy efekty nadmiernej i niedostatecznej reakcji (*under- i overreaction*) na nowe informacje (Cooper, Dimitrov i Rau, 2001) (Zhou i Sornette, 2006), które nie są zgodne z tradycyjną teorią finansów. Przykładowo H. Shefrin i M. Statman (2013) stwierdzili, że nadmierny optymizm tworzy bańki spekulacyjne na rynkach finansowych.

W ostatnich latach naukowcy szeroko stosowali finanse behawioralne również w celu wyjaśnienia emocjonalnych zachowań inwestorów. G.M. Frankfurter i E.G. McGoun (2000) wykazali, że psychologia i socjologia stanowią ich istotę. Naukowcy podkreślają znaczenie czynników psychologicznych, lecz bardzo często ignorują inne czynniki w koncepcji finansów behawioralnych. Występuje też grupa naukowców, która popiera pogląd, że czynniki socjologiczne i demograficzne są istotnym elementem dla wyjaśnienia zachowań inwestorów (Zhang i Zheng, 2015).

Zrozumienie sposobu w jaki zachowują się inwestorzy wymaga włączenia w proces analizowania kilku istotnych czynników (Mak i Ip, 2017). Są to elementy, które mogą wpłynąć na wzorce zachowań inwestorów. Wśród nich można wymienić między innymi:

- *Doświadczenie*. Prace w tym zakresie publikowali między innymi:
  - Y. Gupta i S. Ahmed (2016), którzy uważają, że niechęć do strat i roszczeń oraz przywiązanie są bardziej powszechne wśród doświadczonych inwestorów;
  - A. Bodnaruk i A. Simonov (2015) stwierdzili, że inwestorzy wolą inwestować samodzielnie, niż szukać pomocy doradców;
  - G. Chen i in. (2007) wykazali, że niedoświadczeni inwestorzy są mniej podatni na obciążenia poznawcze;
  - D. Hackbart (2008) zasugerował, że inwestorzy indywidualni podejmują większe ryzyko i wykorzystują swoje doświadczenie przy wyborze instrumentów dłużnych;
  - L. Feng i M.S. Seasholes (2005) twierdzili, że wyrafinowani inwestorzy są mniej wrażliwi na ryzyko, a doświadczenie może zmniejszyć ryzyko inwestorów do 72%. Chociaż niechęć inwestorów do ponoszenia strat może zostać wyeliminowana, nie ma w tym przypadku żadnego wyrafinowania, doświadczenia, które eliminowałoby skłonność inwestorów do osiągania zysków;
  - M. Kausti i S. Knupfer (2008), U. Malmendier i S. Nagel (2011) oraz A. Seru, T. Shumway i N. Stoffman (2010) dowiedli, że doświadczenia z przeszłości wpływają na postrzeganie ryzyka przez inwestorów w zakresie stosunku do ryzyka i jego tolerancji (Corter i Chen, 2006) oraz K. Byrne (2005).
- *Zawód i wykształcenie*. W tym przypadku potwierdzenia można doszukiwać się w pracach (min.):
  - A.B. Mirji i C. Prasanta (2016), którzy zbadali trend struktury inwestycji w oparciu o zawód i poziom wykształcenia inwestorów. Inwestycje podzielono na duże, średnie i małe. Odkryli oni, że gospodarstwa domowe związane z rolnictwem są mniej podatne na inwestowanie w papiery wartościowe o wysokiej kapitalizacji ze względu na niespójne źródło dochodu. Ponadto dowiedziono, że poziom wykształcenia inwestorów ma duży wpływ na modele inwestycyjne;
  - A.R. Fares i F.G. Khamis (2011) stwierdzili, że poziom wykształcenia inwestorów jest statystycznie istotny w przypadku decyzji inwestycyjnych;
  - J.Y. Al-Ajmi (2008) stwierdził, że poziom dochodów i poziom wykształcenia są pozytywnie skorelowane z tolerancją ryzyka. Inwestorzy z wyższym wykształceniem więcej analizują, za to osoby o niskich dochodach mogą oszczędzać w bardziej konserwatywny sposób niż osoby o wysokich dochodach. Status społeczny, wykształcenie, styl życia i poziom dochodów mają wpływ na zachowania inwestorów (Aksulu, 1993).
- *Różnice płci*. Tu można wyróżnić między innymi następujące dokonania :

- A.S. Matsumoto i in. (2013) wykazali, że kobiety są zwykle bardziej pewne siebie niż mężczyźni a także stwierdzili, że zachowanie grupowe może pomóc obniżyć pewność siebie inwestorów;
- F. Glenzer i in. (2014) stwierdzili, że kobiety podejmują decyzje mniej konsekwentnie niż mężczyźni i wybierają mniej ryzykowne alternatywy;
- J.F. Graham i in. (2002) szukali możliwych przyczyn różnic w zachowaniach inwestycyjnych między inwestorami płci męskiej i żeńskiej;
- wielu badaczy sugeruje, że istnieją różnice między płciami w podejściu do ryzyka, a tym samym w wyborze produktów inwestycji finansowych (Fellner i Maciejovsky, 2007) (Agnew, Anderson, Gerlach i Szykman, 2008);
- wiele istniejących badań potwierdziło, że inwestujące kobiety są bardziej konserwatywne niż inwestorzy płci męskiej i wykazują tendencję do większej awersji do ryzyka niż mężczyźni (Agnew, Anderson, Gerlach i Szykman, 2008) (Speelman, Clark-Murphy i Gerrans, 2013);
- M.B. Kahyaoglu (2011) zmierzył wpływ płci na decyzje inwestycyjne. Dokonując tego pomiaru, wskazano na rolę płci w czynnikach psychologicznych i emocjonalnych. Najważniejsze z tych różnic między inwestorami płci męskiej i żeńskiej to: częstotliwość dokonywania transakcji i zróżnicowanie struktury portfeli kobiet;
- Y.A. Bodura (2016) dokonał badań dotyczących nadmiernej pewności siebie. Stwierdził między innymi, że inwestorzy płci męskiej częściej wykazywali zbyt dużą pewność siebie niż inwestorzy płci żeńskiej, mężczyźni preferowali inwestycje ryzykowne i częściej dokonywali transakcji, a z kolei samotni mężczyźni byli najbardziej preferowaną grupą do podejmowania ryzykownych inwestycji.
- *Wiek oraz dochód.* W tym aspekcie prace skupiały się między innymi na :
  - możliwości oszacowania ryzyka oraz preferencji dotyczących stóp zwrotu z punktu widzenia wieku inwestora. Jest to jeden z najczęściej stosowanych kryteriów podziału i klasyfikacji inwestorów na kategorie ryzyka finansowego. Podczas gdy starsi inwestorzy są generalnie klasyfikowani jako grupy o niskim ryzyku inwestycyjnym, młodsi są klasyfikowani jako grupy wysokiego ryzyka inwestycyjnego (Anbar i Eker, 2009);
  - S. Rizvi i A. Fatima (2015) stwierdzili istotną pozytywną korelację między dochodami a częstotliwością inwestycji;
  - według G. Hubermana i W. Jianga (2006) wiek i ilość posiadanych środków zwykle wskazują na ujemną korelację.
- *Kultura, środowisko i emocje inwestorów.* W tej części można wyróżnić między innymi prace:
  - J. Li, M. Massa i H. Zhang (2016), którzy wskazali, że poczucie odpowiedzialności wobec społeczeństwa i jego kultury zwiększa wrażliwość na wyniki. Zmniejsza to efekt dyspozycji przy podejmowaniu decyzji dotyczących zaufania publicznego do inwestorów;
  - C.T. Howard (2014) stwierdził, że inwestorzy racjonalni mają tendencję do osiągania lepszych wyników niż przeciętna rynkowa. Zmienność rynku akcji i stopy zwrotu na giełdzie są z kolei w dużej mierze zdeterminowane przez nastroje emocjonalne inwestorów;

- O.S. Agyemang i A. Ansong (2016) zbadali wpływ wartości osobistych na decyzje behawioralne i wybór inwestora. Wyniki ich badań pokazały, że uczciwość, wygodne życie i bezpieczeństwo rodziny mają duży wpływ na decyzje inwestycyjne inwestorów indywidualnych;
- X.A. Bellotti i in. (2010) określili, iż przyczyną powstania baniek spekulacyjnych na chińskiej giełdzie zajmuje się nowy obszar finansów behawioralnych, czyli finanse emocjonalne;
- I. Guler (2007) z kolei opisywał, że decyzje o inwestowaniu w walory oznaczone jako kapitał wysokiego ryzyka muszą być podejmowane przez grupę menedżerów, co może prowadzić do pewnych behawioralnych zachowań i politycznych wpływów na te decyzje;
- J.S. Hughes wraz z zespołem (2010) udowodnił, że nadmierna pewność siebie i czynniki emocjonalne uczestników rynku, analityków finansowych i inwestorów instytucjonalnych są przyczyną spadków cen akcji;
- na postawy i myśli jednostek duży wpływ ma kultura i środowisko, w którym żyją. Oznacza to, że sytuacja społeczno-kulturowa jednostki wpływa na proces decyzyjny. W sytuacjach, gdy inwestorzy indywidualni nie mają wystarczającej wiedzy na temat instrumentów fakt, chcą uzyskać aprobatę najbardziej zaufanych osób, którymi w wielu kulturach są członkowie najbliższej rodziny (Usul i in., 2002). Ponieważ w tym wypadku inwestorzy żyją w pewnej grupie kulturowej, nie mogą ignorować jej wpływu na podejmowane decyzje.
- *Grupy odniesienia (grupy społeczne)*. W tym przypadku można zauważyć następujące dokonania:
  - bezpośrednio rekomendacje grupy społecznej, do której przynależy inwestor mają wpływ na większość decyzji zakupowych (Hsu, Kang i Lam, 2006). Z innej strony rekomendacje osób, które przez lata inwestowały na giełdzie papierów wartościowych, są traktowane jako punkt odniesienia.
- *Stan cywilny*. W przypadku znaczenia stanu cywilnego można doszukać się między innymi następujących ciekawych odkryć:
  - jest on istotnym czynnikiem w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych (İslamoğlu, Apan i Ayvalı, 2018). Analizy wykazały, że żonaci mężczyźni mają najwyższy poziom wiedzy na temat rynków a z kolei samotni mężczyźni są bardziej podatni na ryzyko;
  - osoby pozostające w związku małżeńskim mają większą tolerancję na ryzyko finansowe (Anbar i Eker, 2009).

Biorąc pod uwagę irracjonalny charakter aktywności inwestorów na rynkach finansowych, finanse behawioralne wspomagają w zdecydowany sposób proces wyjaśniania jak rynek reaguje w pewnych sytuacjach i dzięki wykorzystaniu innych dyscyplin naukowych potrafią wskazać na rozwiązanie przy bezsilności neoklasycznych założeń. Za pomocą finansów behawioralnych można zneutralizować negatywne konsekwencje błędnych ocen i złudzeń percepcji, można przewidzieć działania uczestników rynku, a także opracować efektywne strategie inwestycyjne.

## **Rozdział 3**

# **Metodologia badania wpływu pogody na stopę zwrotu w świetle badań literaturowych**

*Codzienne doniesienia prasowe na temat giełdy często dotyczą czegoś więcej niż tylko zmian w gospodarce czy zapowiedzi zysków spółek. Często opisują 'nastroj' rynku lub inwestorów giełdowych posługując się kategoriami emocjonalnymi, takimi jak 'niepokój', 'przygnębienie', 'spokój' lub 'entuzjazm'. Te afektywne deskryptory wpisują się w retorykę 'strachu' i 'chciwości' (Shefrin H. , 2000), które od dawna były używane przez ekspertów i analityków giełdowych do przedstawiania psychologii rynku (Kiplinger's Personal Finance, 2005) (Castro i O'Neill, 1999). Są też bardziej wszechobecne niż niektóre słynne opisy rynków finansowych w kategoriach emocjonalnych, jak choćby sformułowanie prezesa Rezerwy Federalnej Alana Greenspana o 'nieracjonalnej żywiołowości' giełdy.*

*Pomimo powszechnego obecnie wykorzystywania opisów nastrojów inwestorów na giełdzie w interpretacjach zachodzących zjawisk, brakuje wciąż całościowych, naukowych badań nad związkiem między zbiorowymi nastrojami a wynikami na giełdzie. Niniejszy rozdział przedstawia przegląd badań analizujących związek nastroju inwestorów z zachowaniami na giełdzie. Głównym jego celem jest stwierdzenie czy zbiorowe nastroje inwestorów mogą rzeczywiście wpływać na przyszłe wzrosty lub spadki cen akcji?*

### **3.1. Decyzje inwestycyjne w kontekście analizy emocji i nastrojów**

Ramy klasycznych finansów zakładają 'uczciwą' wycenę papierów wartościowych na rynkach finansowych, głównie ze względu na istnienie racjonalnych inwestorów oraz występowanie informacyjnej efektywności rynków. W tym wypadku inwestorzy są uważani za wystarczająco racjonalnych, aby złagodzić wpływ transakcji irracjonalnych uczestników rynku. Zakłada się ponadto, że wszyscy mają takie same oczekiwania i reagują w podobny sposób na nowe informacje. Zgodnie z założeniem klasycznych finansów, jeśli w wyniku nieracjonalnej decyzji inwestycyjnej cena akcji odbiega znacząco od swojej wartości fundamentalnej, wówczas dzięki działaniom arbitrażystów niezwłocznie przywracana jest cena do poziomu równowagi. Zgodnie z takimi założeniami zarówno racjonalność inwestorów jak i efektywność rynków są niezbędne dla ustanawiania i utrzymywania warunków równowagi na rynku.

Standardowe modele wyceny aktywów kapitałowych sugerują, że kształtowanie się cen aktywów kapitałowych w procesach rynkowych jest zjawiskiem nie wymagającym istnienia stron, który opiera się przede wszystkim na podejściu inwestorów do ryzyka i maksymalizacji oczekiwanej użyteczności (Black, 1972) (Lintner, 1965) (Mossin, 1966). Modele cenowe stóp zwrotu z akcji, ze względu na istnienie luki w teorii i praktyce, nie są doskonałe i nie odzwierciedlają w pełni kształtowania się stóp zwrotu. Wpływ na to mają w głównej mierze nierealistyczne założenia obejmujące między innymi następujące kwestie:

- rynki finansowe są efektywne;

- inwestorzy są racjonalni i cechują się awersją do ryzyka;
- funkcje użyteczności inwestorów giełdowych są najlepiej przybliżane przez kwadratowe funkcje użyteczności (Markowitz, 1952);
- pojedynczy inwestorzy nie mają wpływu na kształtowanie się cen aktywów finansowych i mają jednakowe oczekiwania do stopy zwrotu z tych aktywów;
- zdobywanie informacji nie wymaga zaangażowania żadnych środków finansowych a sama informacja jest ogólnodostępna;
- inwestorów dokonują wyboru aktywów na podstawie analizy stopy zwrotu i ryzyka oraz relacji między nimi.

Weryfikacja empiryczna tych teoretycznie szeroko akceptowanych modeli nie jest pozytywna i niejednokrotnie wskazuje na występowanie wad ich podstaw teoretycznych. Niektórzy twierdzą nawet, że standardowy jednoczynnikowy model wyceny aktywów kapitałowych (zwany CAPM) nie jest wystarczająco dobrze dopasowany by wyjaśnić przekrojowe wahania oczekiwanych stóp zwrotów z akcji (Harvey, 1995) (Michailidis, Tsopoglou i Papanastasiou, 2006) (Novak i Peter, 2011).

Negatywna empiryczna weryfikacja tych modeli wynika w dużej mierze z założenia o działaniach na rynku w większości racjonalnych i pozbawionych emocji inwestorów. Rzeczywistość jednak pokazuje, że ich działania znajdują się pod stałym wpływem obciążeń poznawczych i emocji przez co są dalekie od racjonalności. Zwolennicy klasycznych finansów mają problem ze znalezieniem teoretycznego uzasadnienia dla historycznych krachów czy baniek spekulacyjnych na rynkach finansowych. Przykładowo ‘czarny poniedziałek’ w 1987 r., ‘dot-com mania’ w 2000 r. czy kryzys finansowy ‘sub-prime’ w latach 2007–2008 postawiły pod znakiem zapytania zasadność standardowych modeli wyceny aktywów i hipotezy rynku efektywnego oraz uwydatniły rolę obciążeń behawioralnych oraz nastrojów inwestorów<sup>9</sup> w kształtowaniu cen akcji.

Transakcje zawierane przez irracjonalnych inwestorów są jedną z możliwych przyczyn powstawania znaczących odchyłeń cen rynkowych od wartości fundamentalnej, szczególnie w okresach ‘szoków rynkowych’. Według R.J. Shillera (1987), jedną z głównych przyczyn wahań cen akcji jest w większym stopniu irracjonalne podejmowanie decyzji inwestycyjnych przez inwestorów indywidualnych niż jakkolwiek zmiana wartości fundamentalnej spółek giełdowych. Z kolei zdaniem zwolenników teorii efektywności rynku, ceny akcji są w większości przypadków ustalane przez siły popytu i podaży przez co prawie niemożliwe jest przewidywanie przyszłych ich wartości przy użyciu historycznych, ogólnie dostępnych lub nawet prywatnych informacji (Fama E. F., 1965).

Współczesne badania empiryczne wskazują, że chociaż za każdym razem trudno jest uzyskać stopę zwrotu wyraźnie wyższą od średniej rynkowej, to pojawiają się pewne możliwości przewidywania ponadnormatywnych dochodów z akcji. W części badań udokumentowano, że stopy zwrotu z akcji można niejako ‘przewidzieć’ dzięki informacjom o nastrojach inwestorów (Cohen i Frazzini, 2008) (Glushkov i Bardos, 2012) (Lutz, 2015). Prace analityków, praktyków inwestycyjnych i naukowców nad opracowaniem jak najlepszego modelu aproksymującego stopy zwrotu a co za tym idzie również przyszłe ceny akcji od dziesięcioleci zmiernają w tym kierunku. Dzięki nim

---

<sup>9</sup> Baker M. i Wurgler J. (2007) zdefiniowali sentyment inwestycyjny jako „Przekonanie o przyszłych przepływach pieniężnych i ryzyku inwestycyjnym, które nie jest zdefiniowane na podstawie dostępnych faktów”.

zidentyfikowano szereg czynników ryzyka, które są istotne dla wyjaśnienia różnic w stopach zwrotu z akcji.

W klasycznym modelu CAPM uwzględnia się w głównej mierze ryzyko rynkowe reprezentowane przez współczynnik ryzyka rynkowego beta. Co jest bardzo istotne to fakt, iż obciążenia ludzkiego umysłu oraz czynniki emocjonalne wywierają niezwykle istotny wpływ na wycenę aktywów. Błędy wynikające z działalności człowieka mogą w długotrwały sposób wywierać wpływ na zmiany cen akcji. Gracze, którzy wykorzystują chaos informacyjny do podejmowania decyzji inwestycyjnych (tzw. *noisy traders*) przykładają większą wagę do subiektywnych miar lub obciążeń behawioralnych niż do klasycznych sygnałów czy wskaźników wspomagających proces decyzyjny. Dyskusja akademicka prowadzi w związku z tym do rozluźniania rygorystycznych założeń klasycznych teorii inwestowania oraz uzupełniania modeli wyceny aktywów o miary uwzględniające emocje inwestorów w celu poprawy własności prognostycznych modeli estymujących stopy zwrotu z aktywów.

Nadmierna zmienność stóp zwrotu akcji wskazuje na istnienie silnego związku nastrojów inwestorów z kursami akcji. Zwykle w takich sytuacjach skutkuje to zwiększaniem się odchyień cen rynkowych akcji od ich wartości wewnętrznej. Innym przykładem wpływu nastrojów jest wzrost lub spadek aktywności inwestorów przejawiający się w wolumenie obrotów, co oczywiście ma swoje odbicie również w cenach aktywów (Wu, Liu i Chen, 2016). Niektórzy argumentują, że nastroje inwestorów znacząco oddziałują na decyzje inwestycyjne i finansowe inwestorów indywidualnych, wpływając na ich decyzje dotyczące kupna, sprzedaży i posiadania, co ostatecznie przekłada się na ceny akcji (McLean i Zhao, 2014).

Tradycyjna wycena aktywów opiera się na błędnym przekonaniu, że rynki akcji są efektywne a wszystkie podmioty gospodarcze mają jednolite oczekiwania (Rashid, Fayyaz i Karim, 2017). Zastosowania modelu CAPM wskazują jednak, że jego własności prognostyczne są wątpliwe (Berk i Van Binsbergen, 2016). Jednostki nie zawsze są w stanie stosować racjonalne strategie maksymalizacji zysków ze względu na wpływ osobistych wyborów i emocji (Statman, 2014). I. Cooper i R. Priestley (2013) zbadali rolę czynników behawioralnych w wycenie aktywów i wskazali, że sentyment znacząco ułatwia spekulowanie co do przyszłych wartości aktywów finansowych. Dlatego uwzględnienie czynników behawioralnych w modelach wyceny aktywów powinno zwiększyć możliwości zarówno analityczne jak i prognostyczne modelu. W standardowym modelu CAPM przyjmuje się, że pojedynczy czynnik ryzyka określany jako współczynnik ryzyka rynkowego beta ( $\beta$ ) jest uśrednieniem działania wszystkich rodzajów czynników ryzyka. E.F. Fama i K.R. French (1992) przedstawili model trójczynnikiowy, który poza klasycznym współczynnikiem ryzyka uwzględnia również wielkość spółki poprzez kapitalizację, wartość księgową i rynkową ( $MV/BV$ ) oraz ponadnormatywne stopy zwrotu. Według M. Statmana (2014) zaproponowany przez niego behawioralny model wyceny aktywów bierze pod uwagę również i te trzy czynniki ryzyka traktujące je jako odzwierciedlenie ludzkich błędów.

E.F. Fama i K.R. French (1992) zinterpretowali wielkość i wartość jako czynniki ryzyka, które wspólnie mogą wyjaśniać różnicę w stopach zwrotu z akcji. Ich zdaniem akcje małych firm są bardziej ryzykowne (zgodnie z piramidą ryzyka), dlatego potrzebują większej premii za ryzyko. Niska cena jest zachętą do spekulacji przy niewielkim nakładzie finansowym i jednocześnie gwarantuje znaczne zmiany stóp zwrotu a zatem również

ryzyka. Inwestorzy zgłaszają większe zapotrzebowanie na akcje dużych spółek, spodziewając się stabilnych przyszłych dochodów, co powoduje wzrost ich cen. Wyższe ceny zniechęcają do działań spekulacyjnych co skutkuje niższymi stopami zwrotu przy jednoczesnym wyższym ryzyku. Część prac podkreśla, że inwestorzy stają się nadmiernie optymistyczni i pewni akcji, które cechują się wysoką kapitalizacją rynkową (Finter, Niessen-Ruenzi i Ruenzi, 2012) (Statman, 2014).

Fama E.F. i French K.R. (1992) zinterpretowali wielkość i wartość jako wspólne czynniki ryzyka, które mogą wyjaśniać różnicę w stopach zwrotu z akcji. Ich zdaniem akcje małych firm są zbyt ryzykowne, dlatego potrzebują tzw. odszkodowania za ryzyko. Zwyczajni inwestorzy zwiększają popyt na akcje dużych firm, spodziewając się wyższych przyszłych dochodów, przez co te stają się drogie. Wyższe ich ceny skutkują niższymi stopami zwrotu przy jednoczesnym wyższym ryzyku. Zatem czynnik wielkości negatywnie odnosi się do zwrotów akcji. Inwestorzy stają się nadmiernie optymistyczni i pewni akcji, które mają wysoką kapitalizację rynkową (Finter, Niessen-Ruenzi i Ruenzi, 2012) (Statman, 2014). Fama E.F. i French K.R. (1993) potwierdzili, że zarówno wielkość, jak i czynnik wartości wyjaśniają zróżnicowanie przekrojowe oczekiwanych dochodów.

Według A. Rashida, M. Fayyaza i M. Karima (2017) niski dochód z akcji niedowartościowanych wynikać może z zupełnie innych przesłanek. Akcje o niskim stosunku wartości księgowej do wartości rynkowej nazywane są akcjami o potencjale wzrostu (gdy wartość wskaźnika jest bliska 0) (Haugen, 1999), ponieważ inwestorzy postrzegają je jako dobrą okazję do inwestowania, formułując przy tym przekonania co do przyszłych stóp zwrotu poprzez ekstrapolację poprzednich ich wartości (Barberis, Greenwood, Jin i Shleifer, 2015). Z kolei akcje przewartościowane przynoszą znacznie mniejszy dochód (Statman, 2014) dając jednocześnie stabilizację (relatywnie niższe ryzyko). Irracjonalni inwestorzy wpływają poprzez wzmożony popyt na tak zwane bezpieczne aktywa na wzrost cen rynkowych akcji, których wartość księgowa do rynkowej jest wysoka. Tu z kolei może pojawić się zjawisko opóźniania korekty cen wywołane przez konserwatywne reakcje inwestorów na nowe informacje spowodowane asymetrią informacji (Chen, Lee i Shih, 2016).

W.F. Bondt i R. Thaler (1985) zbadali miesięczne stopy zwrotu z akcji spółek publicznych z giełdy w Nowym Jorku w latach 1926-1982 i potwierdzili hipotezę występowania nadmiernych reakcji inwestorów giełdowych. Stwierdzili, że inwestorzy mogą przesadnie reagować na nieoczekiwane i dramatyczne wydarzenia (informacje). Nadreaktywność inwestorów na informacje napływające na rynek jest jednym z przykładów irracjonalnego korzystania z informacji. Innym może być na przykład budowanie strategii inwestycyjnej w oparciu o tzw. strategię dynamiki, która ma zapewnić inwestorom możliwość gromadzenia ponadnormatywnych dochodów poprzez zajmowanie długiej pozycji na tzw. zwycięskich akcjach. Efekt dynamiki występuje z powodu nadmiernej pewności jednostek (Barberis, Shleifer i Vishny, 1998) (Daniel, Hirshleifer i Subrahmanyam, 1998). Niektóre prace wskazują na to, że wyższa płynność rynkowa lub wyższy wolumen obrotów jest symptomem dominacji behawioralnych inwestorów na rynku (Chan, Hameed i Tong, 2000) (Hong i Stein, 2007).

Część prac naukowych wskazuje na to, że nastroje inwestorów nie tylko wyjaśniają przyczyny nasilania się działania czynników ryzyka, ale także wpływają bezpośrednio na zmiany stóp zwrotu z akcji przez co mogą być jednymi z podstawowych determinant w wyjaśnianiu relacji ryzyko-dochód. M. Statman (2014) stwierdził, że inwestorzy



klasyfikują akcje jako dobre i złe. Cena rynkowa złych akcji spada a ich klasyfikacja jako złe powoduje, że społeczne przeświadczenie o prawdziwości klasyfikacji uzyskuje potwierdzenie (Statman, Fisher i Anginer, 2008). M.W. Uhl (2014) ustalił również, że obciążenia behawioralne mogą wpływać na rozmywanie procesu dostosowywania się rynku. Irracjonalny sentyment inwestorów może się skumulować i w zdecydowanym stopniu wpływać na wartość rynkową akcji; tak więc akcje nie muszą zawsze w pełni odzwierciedlać wszystkich publicznie dostępnych informacji (Shefrin, 2015) (Uhl, 2014) (Zhang C. , 2008). Z problemem ograniczonej racjonalności inwestorów bardzo silnie związane jest zjawisko nadmiernej pewności siebie. Kumulowanie tego typu błędów poznawczych powoduje występowanie różnego rodzaju anomalii na rynkach finansowych.

M. Verardo (2009) argumentował, że heterogeniczne przekonania (zaufanie) inwestorów oraz heterogeniczne informacje są silnie pozytywnie skorelowane ze stopami zwrotu z akcji. Płynący stąd wniosek nakazuje zidentyfikowanie mechanizmu wyceny, który będzie uwzględniać nastroje inwestorów (Schaul, 2013). Wahania nastrojów mogą powodować błędne wyceny i charakteryzują się negatywnym wpływem na stopy zwrotu w kolejnym okresie. Relacja sentyment-dochód jest zróżnicowana w zależności od rodzaju akcji z punktu widzenia ryzyka. Stopy zwrotu z akcji ryzykownych są w większym stopniu uzależnione od nagłych wydarzeń o charakterze sentymentalnym (Watanabe, Xu, Yao i Yu, 2013).

M. Vihanto (2006) stwierdził, że wpływ emocji na funkcjonowanie rynków giełdowych a w konsekwencji na całą gospodarkę jest oczywisty. Nie ma różnic w opiniach co do tego, że nastrój i uczucia oddziałują na inwestorów, pojawiają się jednak kontrowersje co do sposobu kontroli ich wpływu. Ekonomiści przeważnie uznają emocje za zakłócenia a dyskusja skupia się na obciążeniach poznawczych. Jednym z interesujących fenomenów rynkowych jest efekt dyspozycji, który charakteryzuje się tym, że na rynkach finansowych inwestorzy wykazują skłonność do sprzedaży akcji zwyżkujących częściej niż akcji, których cena spada w porównaniu z momentem zakupu. Taka sytuacja nie powinna mieć miejsca w klasycznych finansach, gdyż inwestor powinien dążyć do redukcji strat i maksymalizować swoje zyski (Szyszka A. , 2009). Zatem w momencie, gdy trudno takie zachowanie wytłumaczyć racjonalnymi powodami znajduje się miejsce dla emocji, które mogą prowadzić do tego typu decyzji. Innym przykładem poszukiwania wyjaśnień dla zjawisk nieracjonalnych jest uczucie rozczarowania i żalu. Aby uniknąć skutków wpływu tych uczuć, inwestorzy odkładają realizację straty. B.M. Barber i T. Odean (1999) odkryli, że inwestorzy są bardziej niechętni do sprzedaży akcji, które straciły na wartości w porównaniu do akcji, które na niej zyskały oraz że wykazują zbyt dużą pewność siebie, która przejawia się w zbyt dużej liczbie dokonywanych transakcji. Nadmierną pewnością siebie cechują się o wiele częściej mężczyźni niż kobiety, młodzi niż starzy czy samotni niż osoby pozostające w związkach.

Podejmowanie decyzji finansowych przez inwestorów jest zatem procesem złożonym, ponieważ muszą oni radzić sobie z ryzykiem, alternatywami, niepewnością i dynamicznie zmieniającymi się warunkami (Lucey i Dowling, 2005). Decyzje finansowe wpływają na przyszłość i empiryczne doświadczenia inwestorów. Podejmowanie decyzji, które wiąże się z przepływami finansowymi jest skomplikowane (De Bondt, Muradoglu, Shefrin i Staikouras, 2009). Uważa się, że proces ten musi uwzględniać psychologię inwestorów, która determinowana jest reakcjami na nowe wiadomości, wahania rynkowe oraz czynniki indywidualnymi (Grable i Roszkowski, 2008).

W literaturze przedmiotu uważa się, że czynniki behawioralne mają istotny wpływ na decyzje inwestorów. Każda decyzja inwestycyjna jest oparta bowiem na historycznych wynikach inwestorów, umiejętnościach przewidywania zmian trendów rynkowych a także na analizie technicznej papierów wartościowych (Bhavani i Shetty, 2017). Dlatego ważne jest, aby zidentyfikować główne czynniki, które mają najbardziej istotny wpływ na podejmowanie decyzji przez inwestorów indywidualnych. Jest to wyraźna korzyść z wykorzystywania finansów behawioralnych w badaniach procesów podejmowania decyzji finansowych.

Psychologia człowieka ukierunkowuje ludzkie potrzeby, wpływa na ustalanie celów, przysparza motywów i jednocześnie uwypukla błędy ludzkie, które pojawiają się jako wynik działania obciążeń wpływających na percepcję tak jak nadmierna pewność siebie czy też wynik działania emocji i innych heurystyk. Obciążenia, o których mowa wpływają na proces decyzyjny zarówno inwestorów indywidualnych jak i instytucjonalnych (Slovic, Finucane, Peters i MacGregor, 2002). O ile w pełni zrozumiałe jest w jaki sposób oddziaływanie tego typu determinant wpływa na inwestorów indywidualnych o tyle do zrozumienia oddziaływania na inwestorów instytucjonalnych potrzeba jest zrozumienia, że ich decyzje podejmowane są nie przez pozbawioną emocji osobę prawną ale również jednostki, które poprzez swoje doświadczenie mogą 'ulepszać' normalne procedury podejmowania decyzji przez co ulegają w większym stopniu efektowi nadmiernej pewności siebie (jak w przypadku funduszu Long Term Capital Management).

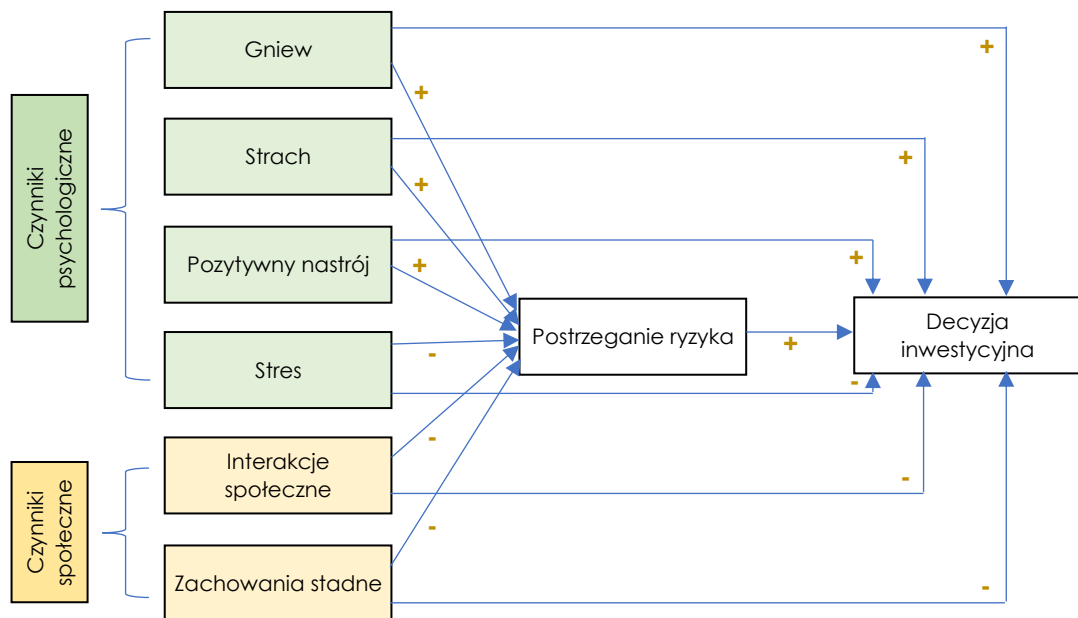
Psychologowie stwierdzają, że ludzie doświadczają różnych emocji w różnym czasie, potrafią myśleć, uczyć się, podejmować działania, zarządzać komunikacją i informacjami w celu wykonywania codziennych zadań (Ianole, 2011). Teorie finansów behawioralnych łączą koncepcje i teorie klasycznych finansów z behawioralnymi i psychologicznymi teoriami dotyczącymi zachowania jednostek (Chira, Adams i Thornton, 2008). Jak wspomniano już wcześniej czynniki psychologiczne wpływają w znacznym stopniu również na proces podejmowania decyzji przez inwestorów instytucjonalnych, analityków finansowych, maklerów giełdowych, zarządzających portfelami, handlowców opcji i kontraktów terminowych, komentatorów finansowych w mediach, brokerów wymiany walut i handlowców finansowych papierów wartościowych. Finanse behawioralne dodają nowy wymiar do badania sposobów podejmowania decyzji inwestycyjnych dzięki podstawom obserwacji psychologicznej opartej na badaniu dyspozycji psychicznej, sposobu myślenia i rozwiązywania problemów przez inwestorów.

Świadomość konsekwencji występowania obciążeń poznawczych, fenomenów, heurystyk i innych zjawisk zniekształcających obraz idealnego procesu inwestycyjnego jest konieczna by inwestorzy angażując się w działalność inwestycyjną we właściwy sposób interpretowali zachowania rynkowe i dzięki temu podejmowali optymalne decyzje inwestycyjne. Dzięki przeprowadzonym studiom literaturowym można zbudować diagram opisujący sposób, w jaki poszczególne rodzaje czynników wpływają na proces decyzyjny (Rysunek 3.1):

- *Gniew (złość)* - literatura opisuje wpływ tego rodzaju odczuć na sposób oceny i podejmowanie decyzji przez jednostki w zależności od kontekstu: pozytywny, negatywny lub neutralny. Złość niekiedy przyczynia się do bardziej efektywnego poszukiwania rozwiązań dla osiągnięcia pozytywnych wyników, oczywiście

w przypadku, gdy jest kontrolowana i nie jest wspierana przez nadmierną pewność siebie.

J.S. Lerner i D. Keltner (2001) dostrzegli pozytywny związek złości z decyzjami inwestycyjnymi. D.A. Small i J.S. Lerner (Small i Lerner, 2008) stwierdzili, że poprawia ona pamięć i zdolności analityczne. Inwestorzy mogą wykorzystywać kontrolowaną emocję złości przez co zyskują szybką analizę sytuacji, możliwości i ryzyka. Z badań M.S. Mitchella i M.L. Ambrosea (2012) z kolei wynika, że agresja prowadzić może również do negatywnych konsekwencji mimo, że złość prowadzi inwestorów do szybkiej oceny sytuacji. Trudno zatem jednoznacznie stwierdzić jaki jest wpływ tego typu emocji na proces decyzyjny. W świetle większości komentowanych prac wydaje się jednak, że w przypadku inwestycji i podejmowania decyzji finansowych gniew może mieć pozytywny wpływ na decyzje i ogólne wyniki finansowe.



Rysunek 3.1. Czynniki behawioralne w procesie podejmowania decyzji.  
Źródło: Opracowanie własne.

- *Strach* – literatura przedmiotu wskazuje strach w decyzjach finansowych jako pozytywną determinantę, szczególnie jeśli za cel stawia się ograniczenie ryzyka, roztropność i bezpieczeństwo inwestycji. Uczucie tego typu wpływa na pesymistyczną ocenę przyszłych wydarzeń (Lerner i Keltner, 2001). Inwestorzy kierowani uczuciem strachu stają się bardziej świadomi konsekwencji i obawiają się okoliczności, nie inwestują w ryzykowne i nieznanne akcje, próbując uniknąć niepewności (Tiedens i Linton, 2001). Ponadto, lęk przed stratą powoduje zapotrzebowanie na należytą wiedzę o inwestycjach, która ostatecznie pomaga w usprawnianiu procesu decyzyjnego, czego konsekwencją może być zakładany pozytywny rezultat. Zatem mimo, iż strach jest negatywnym uczuciem jego konsekwencje są często pozytywne. Ze względu na złożoność procesów myślowych nie jest jednak jasny kierunek wpływu strachu na podejmowanie decyzji inwestycyjnych.

E.S. Katkin, S. Wiens i A. Öhman (2001) stwierdzili, że strach uświadamia jednostkom płynące zagrożenia, co skutkuje ostrożnością w procesach decyzyjnych, merytoryczną analizą i wyważoną oceną dotyczącą podejmowanej decyzji inwestycyjnej. O. Chanel i G. Chichilnisky (2009) wskazali, że inwestorzy będący pod wpływem strachu mają tendencję do unikania dwuznaczności i przechodzenia w kierunku mniej ryzykownych wyborów. Element strachu skłania inwestorów do wykorzystywania w mniejszym stopniu inwestycji cechujących się wysoką dochodowością ze względu na proporcjonalnie wysoki parametr ryzyka. Inwestorzy obciążeni emocjami związanymi ze strachem są zwykle bardziej ostrożni i pesymistyczni przez co zwykle unikają ryzykownych inwestycji ze względu na występowanie u nich uczucia dyskomfortu. W takich sytuacjach czasami decydują się na chwilowe zawieszenie swojej działalności inwestycyjnej na rynku lub podejmowanie mniej ryzykownych decyzji (Lee i Andrade, 2011). Strach przed stratą zmusza inwestorów do spowolnienia procesów analizowania (uruchomienia systemu analitycznego) i unikania niepewnych inwestycji. Wyrażną korzyścią dla inwestorów kierujących się strachem jest zatem unikanie strat i zbliżenie do racjonalności poprzez merytoryczny proces analizowania informacji (Cao, Han, Hirshleifer i Zhang, 2009). Jedną z form przeciwdziałania strachowi jest klasyczna dywersyfikacja znana z analizy portfelowej. Pozwala ona uniknąć ryzyka i strat poprzez rozproszenie ryzyka między różne możliwości inwestycyjne (Nuñez, Schweitzer, Chai i Myers, 2015). Zatem można powiedzieć, że strach może skłonić więc inwestorów do dywersyfikacji inwestycji. Można zatem postawić hipotezę, że konstruktywny strach ma pozytywny związek z procesem podejmowania decyzji przez inwestora.

- *Pozytywny nastrój* – na proces decyzyjny wpływa wiele różnorodnych czynników jak na przykład ogólne samopoczucie, które może wpływać na sposób interpretacji istotnych informacji, ocenę sytuacji, analizę dostępnych wyborów i konsekwencji na właściwą decyzję (Schwarz i Clore, 2003). Literatura szczegółowo omawia dwa podstawowe rodzaje nastroju: pozytywne i negatywne. Niezależnie od zabarwienia emocjonalnego oba te rodzaje nastrojów prowadzą zarówno do pozytywnych, jak i negatywnych skutków (Rusting, 1998). J.E. Grable i M.J. Roszkowski (2008) zbadali związek między różnymi rodzajami nastrojów a awersją i akceptacją ryzyka – wynik ich prac wskazał na pozytywny związek. Negatywne skutki nastrojów są zwykle natychmiastowe i niepożądane (Isen, 2001) a ich konsekwencje wpływają negatywnie na wyniki decyzji inwestycyjnych (Hockey, John Maule, Clough i Bdzola, 2000). Osoby w dobrym nastroju mają tendencję do generowania bardziej niezwykłych skojarzeń, lepiej radzą sobie w kreatywnych zadaniach związanych z rozwiązywaniem problemów i wykazują się większą elastycznością myślenia. Pozytywny nastrój skłania ludzi do podejmowania ryzyka, które prowadzi do pozytywnych rezultatów (Johnson i Tversky, 1983). Efektem sprzężenia zwrotnego między pozytywnym nastrojem a zadowoleniem inwestora jest jego utrwalanie i optymistyczne nastawienie do przyszłych inwestycji (Bless, Schwarz i Wieland, 1996). W części prac można zauważyć wnioski o tym, że radosny nastrój skłania do podejmowania ryzyka (Lepori, 2010). W innych zaś stwierdzono, że zarówno pozytywne, jak i neutralne nastroje sprzyjają poszukiwaniu ryzyka w czasie podejmowania decyzji (Yuen i Lee, 2003). Inną zaletą występowania pozytywnego nastroju jest zdecydowana poprawa intuicyjnych ocen dokonywanych przez jednostki podejmujące decyzje (Pham, 2007).

Prowadzi to z kolei do podejmowania wyższego ryzyka finansowego inwestycji (De Vries, Holland, Corneille, Rondeel i Witteman, 2012). Konkludując można uznać, że pozytywny nastrój ma pozytywny związek z decyzjami inwestora.

- *Stres* - związek między stresem a podejmowaniem decyzji finansowych jest problemem stosunkowo mało przebadanym (Gillis, 1993). Inwestorzy, którzy podejmują decyzje w skrajnie trudnych warunkach, a za takie należy uznać działanie pod wpływem silnego stresu, dokonują często niezrozumiałych wyborów, których prawdopodobnie w normalnych warunkach by nie dokonali. Oznacza to, że w stresujących okolicznościach ludzie nie są w stanie optymalnie wykorzystać swoich zdolności poznawczych, co prowadzi do negatywnych rezultatów (Davidson, Jackson i Kalin, 2000). Stres dotyczy praktycznie wszystkich sytuacji w życiu jednostek. Nie musi się wiązać bezpośrednio z prowadzoną inwestycją, ale zwykle wiąże się z negatywnymi doświadczeniami. Stres powoduje podenerwowanie, przygnębienie i ogólnie złe samopoczucie psychofizyczne. Powoduje to znaczące utrudnienia procesu decyzyjnego, zmniejsza racjonalność decyzji, obniża transparentność interpretacji oraz naraża na znaczące błędy w procesie podejmowania decyzji (Useem, Cook i Sutton, 2005).

Silny stres może powodować problemy decyzyjne niezależnie od płci. W jednym z badań oceniających działanie stresu w procesach inwestycyjnych ujawniono, że kobiety radzą sobie lepiej niż mężczyźni, gdy działają pod jego wpływem (Ganster, 2005). Nie jest to jednak jednoznaczny wniosek, gdyż w innym badaniu wskazano na lepsze wyniki mężczyzn poddanych stresującym warunkom niż kobiet (Shiv, Loewenstein, Bechara, Damasio i Damasio, 2005). Niemniej jednak należy podkreślić, że wpływ stresu na wyniki decydentów jest negatywny (Kalra, 2009).

Starcke K. i Brand M. (2012) w swojej pracy ustalili, że decyzje podejmowane pod wpływem stresu prowadzą do słabszych lub wręcz bardzo słabych wyników a także częściej skłaniają do ryzykownych inwestycji. Wyniki te zostały później potwierdzone również w innych badaniach (Matthews, Fallon, Panganiban, Wohleber i Roberts, 2014). Można zatem uznać, że stres i decyzje inwestycyjne są ze sobą negatywnie powiązane.

- *Interakcje społeczne*. Przegląd literatury w tej tematyce oferuje wiele badania zarówno teoretycznych jak i empirycznych. Odbywa się tam analiza zarówno wpływu interakcji społecznych na jednostki jak również wynikających z tego konsekwencji. Jednostki funkcjonują w grupach społecznych, a ich przekonania są wpływem oddziaływania różnorodnych grup – rodzina, przyjaciele, sąsiedzi, grupy etniczne, narodowościowe czy religijne (Bala i Goyal, 1998). Tendencja jednostek do oceniania i porównywania się z innymi prowadzi do kwestionowania pewności wydarzeń i do tendencyjności behawioralnej, szczególnie w przypadku dużych grup społecznych (Holtz i Miller, 1985). Interakcje społeczne są negatywnie związane z decyzjami inwestycyjnymi, ponieważ jednostki pozbawiane są samodzielnego logicznego procesu analizowania na rzecz działania pod wpływem stereotypów. Wiara, że informacje pozyskane z grupy społecznej są wiarygodnym źródłem i przedkładanie ich nad własne sądy, przekonania i wiedzę prowadzi do błędów poznawczych i interpretacyjnych. Projekcje społeczne i kaskady informacyjne tworzą dysonans między własną percepcją a ‘wiarygodnymi’ informacjami (Kokinov, 2003).

B.C. Madrian i D.F. Shea (2001) podkreślili znaczenie relacji społecznych w procesach oszczędzania i inwestowania, zwracając uwagę, że rekomendacje środowiskowe stają się domyślnym wyborem. Może to skutkować osiągnięciem ujemnych stóp zwrotu. Doradcy finansowi mogą również stać się, świadomie lub nie, źródłem takiego typu informacji (Hirshleifer i Teoh, 2003). Badania wskazują, że inwestorzy mogą sugerować się zarówno osobistymi poglądami innych uczestników rynku, jak również informacjami rynkowymi (Ames, 2004). Taka funkcja informacyjna sieci społecznościowej wynika z braku informacji i niepewności (Hoffmann, Post i Pennings, 2015).

Każdy proces decyzyjny poprzedzony jest przez etap zbierania informacji. W przypadku pozostawania jednostki pod wpływem otaczającej go grupy społecznej etap ten praktycznie redukuje się do korzystania z informacji pochodzących od innych członków otoczenia (przyjaciół czy rodziny) (Ianole, 2011). Eksperymenty przeprowadzone przez M. Bowdena i S. McDonalda wskazały, że jednostki ulegają silnym sugestiom członków grupy, do której przynależą a ich decyzje są często wynikiem rekomendacji grupowych (Bowden i McDonald, 2008). Inne prace wskazują, że na inwestorów silnie wpływają kontakty społeczne, a ich negatywny wymiar przejawia się w postaci rejestrowania strat (Wang i Yu, 2015). Można zatem stwierdzić, że interakcje społecznej charakteryzują się negatywnym związkiem z procesem decyzyjnym inwestora.

- *Zachowania stadne.* Przekonanie inwestorów o tym, że inni mają rację, skłania ich do podążania za innymi inwestorami czy też naśladowania innych. Takie zachowanie nazywane jest zachowaniem stadnym. Można je zaobserwować na giełdach w postaci znaczących niekontrolowanych wzrostów lub spadków cen akcji potwierdzanych zdecydowanie wyższą niż przeciętna liczbą transakcji oraz wzmożoną liczbą otwieranych rachunków inwestycyjnych (Bikhchandani, Hirshleifer i Welch, 1998). Zachowania stadne różnią się od interakcji społecznych przez skalę i rodzaj wpływu – w przypadku zachowań stadnych występuje masowe, irracjonalne dążenie do abstrakcyjnego celu (pożądanie zysku lub panika przed porażką), zaś w interakcjach społecznych występuje oddziaływanie bezpośrednio grupy na jednostkę (Çelen i Kariv, 2004). Istnieje wiele powodów, które powodują podążanie inwestorów za ‘stadem’. Część z nich jest zupełnie abstrakcyjna jak uleganie presji tłumu, inne zaś wynikają z przeświadczenia własnych niedoskonałości i poleganiu na informacjach z lepiej poinformowanych źródeł (Scharfstein i Stein, 1990). Konsekwencją takiego zachowania są zwykle słabe wyniki z podjętych inwestycji (Bikhchandani, Hirshleifer i Welch, 1992). W literaturze utrzymuje się, że uleganie zachowaniom stadnym negatywnie wpływa na percepcję i wykształca negatywne wzorce decyzyjne indywidualnych inwestorów. Przestają oni bowiem polegać na własnym systemie interpretowania informacji, co prowadzi do braku racjonalnych wyborów (Devenow i Welch, 1996). Negatywnym skutkiem ulegania zachowaniom stadnym jest ignorowanie własnej wiedzy i odrzucanie logicznych sygnałów (Chang, Cheng i Khorana, 2000). Zwykle tego typu zachowania spotykane są na rynkach słabo rozwiniętych (Kumari i Sar, 2017).

Według jednego z badań określono, że zachowania stadne mają charakter gwałtowny i dynamiczny i po jakimś czasie zanikają, jednak mają dodatkowo tendencję do powracania (Hachicha, Bouri i Chakroun, 2007). Dodatkowo w sytuacji,

gdy analitycy nie są pewni swoich informacji lub gdy tych informacji jest zbyt mało, pojawiają się pesymistyczne prognozy, które wpływają na tworzenie się zachowań stadnych (Van Campenhout i Verhestraeten, 2010). H. Lin (2011) stwierdził, że kobiety są bardziej podatne na tego typu zachowania i ulegając presji tłumu podążają za innymi grupami inwestorów. W podobny sposób zachowują się młodzi inwestorzy i częściej niż doświadczeni koledzy ulegają racjom tłumów (Hassan, Shahzeb i Shaheen, 2013). Negatywny związek zachowań stadnych z decyzjami inwestorów, które potwierdzano w wielu krajach (Agarwal, Verma i Agarwal, 2016) i stwierdzono, że jest on przyczyną zniekształceń wzorców decyzyjnych inwestorów indywidualnych (Qasim, Hussain, Mehboob i Arshad, 2019).

### **3.2. Finanse behawioralne – nastroje inwestorów a wpływ pogody**

Finanse behawioralne stosują teorie psychologiczne w modelach finansowych między innymi w celu wyjaśnienia anomalii rynkowych (Shiller, 2003). Teorią, która wywarła największy wpływ na wykształcenie się finansów behawioralnych jest teoria perspektywy, oparta na założeniu zastąpienia prawdopodobieństwa wagami w pomiarze użyteczności (Kahneman i Tversky, 1979). Teoria ta jest wspierana przez szereg skłonności, efektów, obciążeń i heurystyk. Jednym z takich zjawisk jest efekt dyspozycji (skłonność wyjaśniania bezpośrednio w teorii perspektywy) czyli tendencja inwestorów do utrzymywania aktywów, które znajdują się w długotrwałym trendzie malejącym i sprzedawania aktywów wskazujących na długoterminowy wzrost (Shefrin i Statman, 1985). Innym przykładem zjawiska często wyjaśnianego przez badania empiryczne jest nadmierna pewność siebie. Jest to heurystyka, która odnosi się do tendencji do przeceniania własnych umiejętności i wiedzy (Fischhoff, Slovic i Lichtenstein, 1977) i ignorowania logicznych, racjonalnych sygnałów. Finanse behawioralne stały się w ostatnim okresie interesującym i modnym polem badawczym dla naukowców. Przyczyn takiego stanu jest na pewno wiele. Nie bez znaczenia jest choćby wpływ etyki i emocji na wyniki finansowe (Cuomo i inni, 2018) czy możliwość wykorzystania narzędzi behawioralnych do analizy rynków finansowych (Khan, Shaorong i Ullah, 2017).

Klasyczne teorie ekonomii i finansów zakładają, że inwestorzy są w pełni racjonalni, a nastroje nie mają wpływu na ceny akcji (Harding i He, 2016). Niektóre badania sugerują jednak, że systematyczna zmiana nastrojów, związana z wydarzeniami pozornie niezwiązanymi z fundamentami gospodarczymi, może mieć istotny wpływ na ceny tych instrumentów. Wśród czynników, które uznaje się za determinanty zmiany nastrojów inwestorów można wyróżnić następujące:

- długość dnia (godzin dziennych) (Kamstra, Kramer i Levi, 2003);
- liczba dni deszczowych (Hirshleifer i Shumway, 2003);
- cykle (fazy) księżycowe (Yuan, Zheng i Zhu, 2006);
- zjawiska pogodowe (Molin, Mellerup, Bolwig, Scheike i Dam, 1996);
- wydarzenia sportowe (Edmans, Garcia i Norli, 2007) (Kaplanski i Levy, 2010);
- zanieczyszczenie powietrza (Lepori, 2015);
- dni świąteczne (Ramadan, Święta Bożego Narodzenia, i inne) (Białkowski, Etebari i Wiśniewski, 2012).

Efekty oddziaływania tego typu czynników mogą być pośrednią przyczyną istotnych zmian na cen akcji. Jak podają C. Fu, G. Jacoby i Y. Wang (2015) *‘racjonalny inwestor zaniedbujący wpływ zagregowanych nastrojów inwestorów może w końcu wybrać nieoptymalny portfel’*.

Niestety wnioski płynące z wielu prac są negowane często z powodu ograniczeń metodologicznych. Generalnie kwestionowanie badań behawioralnych można zamknąć w trzech rodzajach uzasadnień. Po pierwsze, wyniki osiągnięte w ich rezultacie mogą być wynikiem nieprawidłowo przeprowadzonej eksploracji danych (Sullivan, Timmerman i White, 2001). Po drugie, często otrzymane rezultaty na podstawie tego typu badań mogą być wrażliwe na wartości odstające (Pinegar, 2002) albo po prostu są dziełem przypadku (Fama E. F., 1998). Po trzecie, wyniki uzyskane na danych rynkowych wskazują jedynie na związek, a nie na przyczynowość. W tym wypadku działa również stosowana w ekonometrii zasada wskazywania na występowanie błędów jako skutku nieujmowania wszystkich istotnych czynników mogących mieć wpływ na badane zjawisko. Na przykład J.R. Gerlach (2007) wykazał, że większość anomalii pogodowych i kalendarzowych przestaje mieć istotne znaczenie, gdy do zbioru zmiennych objaśniających włączone zostaną zapowiedzi wiadomości makroekonomicznych. W tym wypadku można jednak zastosować tę samą retorykę, którą stosują przeciwnicy finansów behawioralnych i kwestionować uzyskane przez Gerlacha wyniki, uznając je za niereprezentatywne czy przypadkowe.

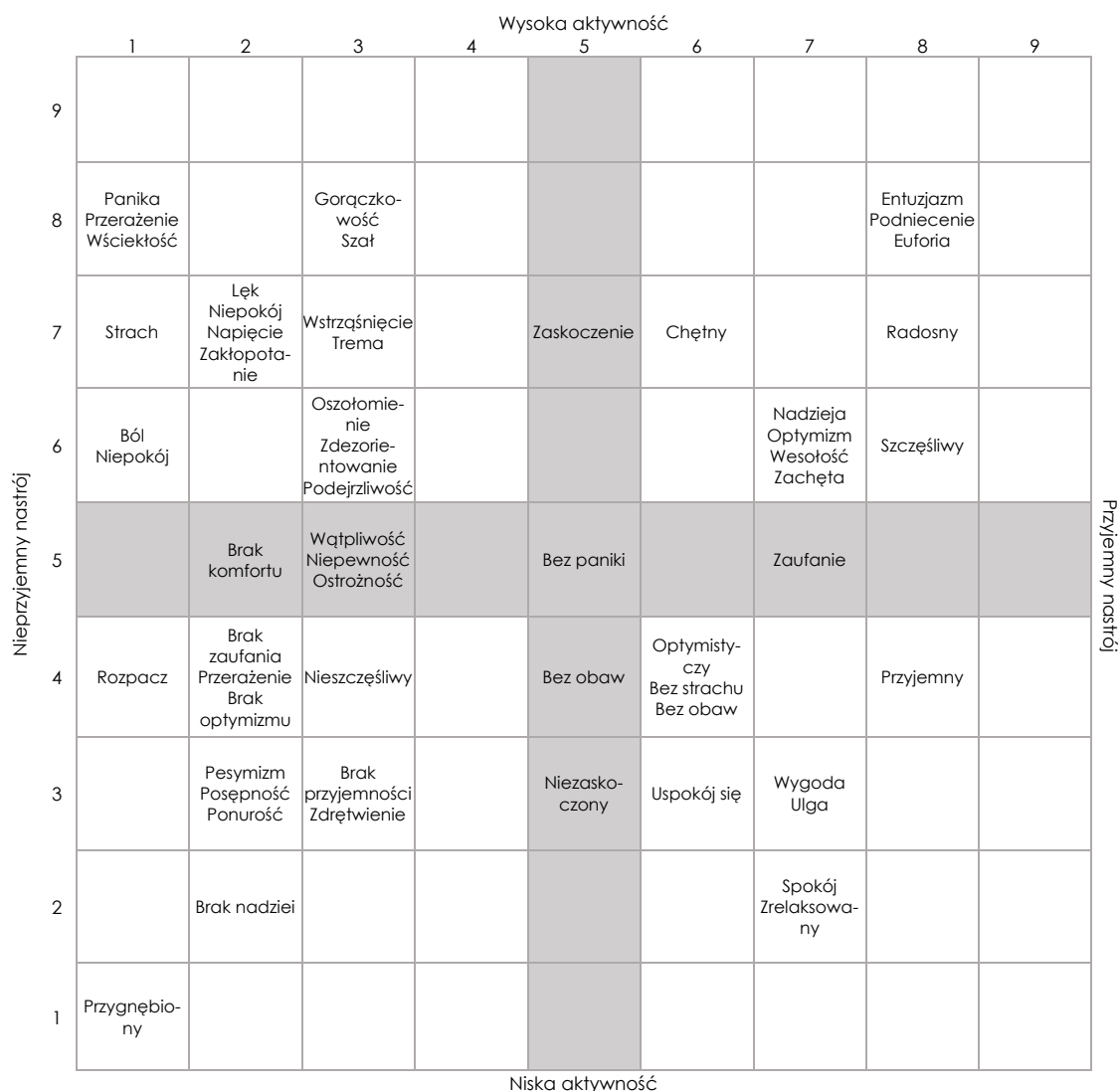
Kontrowersje wokół anomalii uwydatniają potrzebę dokładniejszej oceny relacji między nastrojami inwestorów a cenami akcji (Harding i He, 2016). Pozostaje zatem pytanie o istnienie choćby niebezpośredniego związku między zmianami nastroju a zmianami cen akcji czy innych parametrów rynkowych a także bezpośrednio między zmianami nastrojów a czynnikami determinującymi zmiany cen takimi jak awersja do ryzyka czy prognozy przyszłych przepływów pieniężnych. Bloomfield R. i Anderson A. (2010) badając związki między nastrojem a determinantami cen akcji, stwierdzili, że każda zmiana w podejmowaniu decyzji przez inwestorów jest spowodowana zmianami nastroju.

Psychologowie twierdzą, że podejmowane decyzje mogą silnie zależeć od aktualnych stanów emocjonalnych inwestorów. Oznacza to, że jednostki w dobrym nastroju dokonują bardziej optymistycznych ocen i są bardziej skłonne do podejmowania ryzyka (Johnson i Tversky, 1983) (Wright i Bower, 1992). Z kolei zły nastrój częściej skłania do pesymizmu i ostrożności w podejmowaniu decyzji. Szczególnym przypadkiem jest wpływ zmian nastroju na ocenę odległych w czasie zjawisk abstrakcyjnych, o których decydent nie ma konkretnych i precyzyjnych informacji, gdzie można zauważyć silne związki (Forgas, 1995). Badania czynników psychofizycznych wymuszają konieczność budowania tzw. map stanów emocjonalnych. Przykład takiej mapy zaprezentowano na rysunku 3.2, na podstawie pracy zespołu autorskiego Y. Cohen-Charash, Ch.A. Scherbaum, J.D. Kammeyer-Mueller oraz B.M. Staw (2013).

Rola emocji w postrzeganiu ryzyka i podejmowaniu decyzji była systematycznie analizowana i opisywana przez G.F. Loewensteina i in. (2001). Stwierdzili oni, że emocje mają wpływ na niemal każdy element procesu decyzyjnego. Preferencje jednostek uzależnione są od nastroju, nawet gdy przyczyna stanu psychofizycznego jest zupełnie niezwiązana z podejmowaną decyzją. W literaturze przedmiotu uzależnienie nastrojów od warunków atmosferycznych jest szeroko udokumentowane. W finansach



behawioralnych badania w tym zakresie prowadzone są dość systematycznie, przy czym kluczowe pozostaje pytanie czy warunki pogodowe mogą wpływać na psychologię inwestorów.



Rysunek 3.2. Mapa stanów emocjonalnych na giełdzie (afekty - ekspresja emocji).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Cohen-Charash Y., Scherbaum Ch.A., Kammeyer-Mueller J.D. & Staw B.M. (2013), Mood and the Market: Can Press Reports of Investors' Mood Predict Stock Prices? *Plos One*, 8(8), 1-15.

Zmiany warunków pogodowych mogą prowadzić do złożonych reakcji psychologicznych i fizycznych i są odpowiedzialne za różne aspekty ludzkiego zachowania, takie jak choćby relacje międzyludzkie czy napady agresji (Lu i Chou, 2012). W.S. Kals (1982) wykazał, że około jedna trzecia ludzi jest wrażliwa na warunki pogodowe, co skutkuje negatywnym wpływem na ich zdrowie psychiczne i fizyczne. Ludzie wydają się być bardziej zadowoleni ze swojego życia w słoneczne dni niż w pochmurne i deszczowe (Lucey i Dowling, 2005). E. Howarth i M.S. Hoffman (1984) stwierdzili, że zmienne pogodowe są istotnymi determinantami zmian nastroju. Według ich badań najważniejszą determinantą ogólnego nastroju jest wilgotność, ale poszczególne stany emocjonalne mogą być uzależnione od różnych czynników. I tak na przykład optymizm w sposób istotny zależy od czasu nasłonecznienia, a agresja

w zachowaniu nasila się, gdy temperatura znacząco spada. W innej pracy F.W. Schneider i in. (1980) wykazali, że niskie temperatury mogą wpływać na dyskomfort, a tym samym na agresywne zachowanie. M. Cao i J. Wei (2005) z kolei uszczegółowili te badania i wykazali, że bardzo wysokie lub bardzo niskie temperatury mają tendencję do zwiększania poziomu agresji, prowadząc do hysterii i apatii. Często uzyskiwane wyniki są niejednoznaczne jak na przykład w przypadku wiatru – silne porywy wiatru z jednej strony prowadzą do zmniejszenia stężenia zanieczyszczeń z drugiej zaś do przemieszczania zanieczyszczeń na tereny nieskażone. Podobnie należy traktować wilgotność powietrza – jej wpływ zarówno na środowisko jak i stan emocjonalny człowieka zależy od poziomu – z jednej strony jest pożądana z drugiej zaś może niekorzystnie wpływać zarówno na środowisko, jak i na organizm ludzki (Viswanathan i Krishnamurti, 1989) (Ahrens, 2011).

Psychologowie wskazują ponadto, że pogoda może w nieoczywisty sposób wpływać na stany emocjonalne jednostek, których jednym z przykładów są sezonowe zaburzenie afektywne (Lee i Wang, 2011), co z kolei może się przekładać na sezonowe wahania stóp zwrotu (Kamstra, Kramer i Levi, 2003). Badania w tym zakresie dotyczą problemu poszukiwania przyczyn okresowego utrzymywania się niskich stóp zwrotu z akcji. M.J. Kamstra i in. (2003) oraz (Garret, Kamstra i Kramer, 2005) opisali efekt występowania obniżonych nastrojów inwestorów wynikających z sezonowych zaburzeń afektywnych jako stanu spowodowanego niższym poziomem nasłonecznienia. W innym badaniu M.J. Kamstra i inni (2000) ukazali, na podstawie badań empirycznych przeprowadzonych na rynkach w USA, Wielkiej Brytanii, Kanadzie i Niemczech, że zaburzenia snu wynikające ze zmian czasu letniego mogą mieć istotny wpływ na uzyskiwane stopy zwrotu na rynkach giełdowych. H.C. Shu (2010) wykazał, że przyjemna pogoda inklinuje dobry nastrój, skłaniając inwestorów do inwestycji na rynku akcji. L. Symeonidis i in. (2010) sprawdzili, że słoneczne dni wpływają pozytywnie na nastroje inwestorów, którzy stają się bardziej optymistyczni i skłonni do zajmowania długich pozycji. W efekcie tego uzyskiwane są wyższe stopy zwrotu. Optymizm i pesymizm inwestorów wpływają w znacznym stopniu na przecenianie lub niedocenywanie własnych perspektyw czego efektem jest wzmożona częstotliwość transakcji akcjami. Podobnie jest w przypadku stosunku do ryzyka – optymizm czy pesymizm wywoływany przez stany pogodowe ukierunkowuje oceny inwestorów inklinując przecenianie prawdopodobieństwa sukcesu i niedoszacowanie ryzyka podejmowanych decyzji (Wright i Bower, 1992) (Nofsinger, 2005).

W jednym z badań nad wpływem nastrojów inwestorów na rynek giełdowy E.M. Saunders (1993) zasugerował wpływ zmian w poziomie zachmurzenia na zmiany nastroju, co skutkowało zmianami cen akcji. W badaniu związku między zachmurzeniem w Nowym Jorku a dziennymi stopami zwrotu z wielu nowojorskich indeksów giełdowych odkryto liczne przykłady występowania niższych i wyższych stóp zwrotu odpowiednio dla pochmurnych i słonecznych dni. Stąd konkluzja o wpływie zmian nastrojów związana z poziomem zachmurzenia na ceny akcji. Badania te rozszerzyli D. Hirshleifer i T. Shumway (2003) uznając, że efekt nasłonecznienia nie ogranicza się do Nowego Jorku. Udokumentowali związek między zachmurzeniem a cenami akcji w 18 z 26 badanych krajów. W przeprowadzonych przez nich badaniach wykazano, że roczna różnica w stopach zwrotu między dniami słonecznymi i pochmurnymi na niektórych rynkach wynosiła nawet 24,6%. Jak w przypadku większości badań w finansach behawioralnych

ważny jest aspekt praktyczny prowadzonych analiz. Stąd pojawienie się rekomendacji poszukiwania informacji nie tylko o warunkach pogodowych, ale również innych nieoczywistych czynników w celu uniknięcia błędów związanych z oceną transakcji finansowych. Do podobnych wniosków doszedł również zespół A. Bassi, R. Colacito i P. Fulghieri (2013) dostarczając dowodów, uzyskanych na bazie eksperymentów, na związek między pogodą, nastrojem i ryzykownymi zachowaniami badanych. Dzięki tym badaniom zidentyfikowano mechanizmy wpływu pogody na decyzje inwestycyjne. Autorzy wskazali nastrój jako transmiter, dzięki któremu dobra pogoda sprzyja ryzykownym zachowaniom. Szczególne miejsce wśród czynników pogodowych mają temperatura i ciśnienie powietrza, które pozytywnie wpływają na decyzje inwestycyjne. W przypadku zachmurzenia z kolei zauważa się negatywny związek ze skłonnością do zawierania transakcji.

Późniejsze badania rozszerzyły grupę czynników pogodowych mogących mieć potencjalny wpływ na ceny akcji, tak aby objąć możliwie wszystkie mierzalne zjawiska pogodowe (tj. temperaturę, opady, wilgotność, prędkość wiatru) oraz różne kraje (Pardo i Valor, 2003) (Cao i Wei, 2005) (Chang, Nieh, Yang i Yang, 2006) (Dowling i Lucey, 2008). Badania te potwierdzają tezę, że zmiany nastroju wywołane szeregiem zjawisk pogodowych mają związek ze zmianami cen akcji.

Analiza materiałów literaturowych pozwoliła na wyodrębnienie najważniejszych prac badających relacje zmian na giełdzie ze zmianami pogody w ostatnich latach. Przegląd badań relacji między determinantami pogodowymi a zwrotami firm, w tym zastosowanej w nich metodologii, przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1. Przegląd badań literaturowych odnośnie czynników pogodowych i zależności giełdowych

Autor (Autorzy)	Wnioski
Howarth, E. i Hoffman, M.S. (1984)	Zbadano wpływ 8 zmiennych pogodowych na dziesięć zmiennych nastroju. Odkryto, że największy wpływ na nastrój mają wilgotność, temperatura i godziny nasłonecznienia. Godziny operowania słońca wiążą się ze wzrostem optymizmu, wysoki poziom wilgotności z obniżaniem koncentracji, a wzrost temperatury z obniżaniem stanów niepokoju i sceptycyzmu.
Loughran i Schultz (2004)	Wykazano, że bardziej pochmurne dni w lokalizacji firmy mają niewielki wpływ na wolumen obrotu firmy poza ekstremalnymi warunkami pogodowymi, co można przypisać innym czynnikom, które mogą być niezwiązane z nastrojem.
Saunders, E.M. (1993)	Zbadał związek między pogodą w Nowym Jorku a stopami zwrotu na giełdzie nowojorskiej (NYSE). W badaniu stwierdzono, że istnieje znacząca korelacja między zachmurzeniem a stopami zwrotu na rynku akcji.
Kamstra, M.J., Kramer, L.A., i Levi, M.D. (2000)	Stwierdzili, że jesienią i zimą zyski z transakcji rynkowych są niższe niż wiosną i latem. Scharakteryzowali to jako początek sezonowego zaburzenia afektywnego, czyli depresji związanej ze spadkiem ilości światła dziennego. Okazało się, że związek ten jest szczególnie silny w krajach skandynawskich. Autorzy doszli do wniosku, że z powodu braku słońca ludzie łatwiej wpadają w depresję, co obniża ogólny dobry nastrój i chęć do inwestowania. Wiedza o tym mogłaby zapobiec irracjonalnym decyzjom.
Keller, M.C., Fredrickson, B.L., Ybarra, O., Côté, S., Johnson, K., Mikels, J., Conway, A., Wager, T. (2005)	Odkryli, że przyjemna temperatura i ciśnienie atmosferyczne na normalnym poziomie są związane z lepszym nastrojem i polepszają pamięć, podczas gdy znaczący wzrost temperatury latem wiąże się z pogarszaniem nastroju. Działalność transakcyjna inwestorów jest silnie skorelowana z umiejętnościami, osobowością oraz nastrojami inwestorów, co przejawia się w postaci stóp zwrotu z akcji.
Hirshleifer, D. i Shumway, T. (2003)	Stwierdzili, że oddziaływanie słońca może doprowadzić do dobrego nastroju, co skutkuje dodatnimi stopami zwrotu z akcji. Udowodniono, że występuje istotny dodatni związek między nasłonecznieniem a stopami

	zwrotu. Nie udało się jednak potwierdzić, że zła pogoda, jak deszcz i śnieg, wpływa na stopy zwrotu z akcji. Ustalono, że inwestorzy mogą skorzystać na wiedzy o nastroju, dzięki czemu będą mogli uniknąć błędów spowodowanych tym nastrojem.
Yoon, S.M. i Kang, S.H. (2009)	Wykazano, że w okresie poprzedzającym kryzys finansowy w Azji w 1997 r. niskie temperatury miały pozytywny wpływ na plony, natomiast ekstremalnie wysoka wilgotność i zachmurzenie wskazywały na ujemne związki w tym zakresie. Zniesienie ograniczeń w handlu dla uczestników zagranicznych po roku 1997 zmniejszyło wpływ warunków pogodowych na transakcje giełdowe w Korei Południowej.
Kang, S.H., Jiang, Z., Lee, Y. i Yoon, S.M. (2010)	Badanie nad wpływem warunków pogodowych na inwestycje w fundusze inwestycyjne na giełdzie w Szanghaju w latach 1996-2007.
Dowling, M. i Brian, M.L. (2005)	Stwierdzono dodatnią korelację między wynikami analizy wilgotności a wskaźnikami efektywności. Za przyczyny tego odmiennego wyniku analizy uznano niezwykle warunki pogodowe panujące w Irlandii w latach 1988-2001.
Symeonidis, L., Daskalakis, G. i Markellos, R.N. (2010)	Stwierdzono negatywny wpływ liczby pochmurnych dni oraz zmiany długości trwania godzin nocnych na zmienność rynków akcji na podstawie indeksu S&P500 w latach 1982-1997.
Goetzman, W.N. i Zhu, N. (2005)	Dostrzeżono wpływ liczby pochmurnych dni zarówno na płynność jak i na zmienność.
Loughran, T. i Schultz, P. (2004)	Badanie dotyczyło stanów niskiego wolumenu obrotów na rynku.
Hong, H., Kubik, J. i Stein, J. (2004)	Stwierdzono, że inwestorzy są bardziej towarzyscy i otwarci na komunikację między sobą w słoneczne dni, co może tłumaczyć dużą zmienność obserwowaną w czasie badania na giełdzie.
Vlady, S., Tufan, E. i Hamarat, B. (2011)	Wykazali, że nastąpiła znacząca zmiana rentowności na australijskiej giełdzie w deszczowe dni na podstawie badań obejmujących lata 1992-2006.
Kang, S.H., Jiang, Z. i Yoon, S.M. (2010)	Stwierdzili, że giełda w Hongkongu w latach 1999-2008 nie była wrażliwa na ekstremalne warunki pogodowe.
Worthington, A. (2009)	Zbadano wpływ warunków meteorologicznych, takich jak parowanie, wilgotność względna, wysokie, niskie temperatury, godziny dni słonecznych oraz kierunek i prędkość silnej burzy na indeks cen akcji w Australii i nie odnotowano żadnego wpływu na przychody rynkowe. Badanie dotyczyło lat 1958-2005.
Keef, S.P. i Roush, M.L. (2007)	Zaobserwowano, że temperatury pozasezonowe mają silniejszy i negatywny wpływ na kursy spółek w porównaniu z normalnymi parametrami temperatur.
Floros, C. (2008)	Wpływ dziennych temperatur na giełdy w Austrii, Belgii, Francji, Grecji i Wielkiej Brytanii był badany w różnym czasie i stwierdzono występowanie ujemnego związku między parametrami dziennych temperatur a dochodowością rynków akcji w Austrii, Belgii i Francji. Z kolei w przypadku Grecji i Wielkiej Brytanii związek ten był dodatni. W innym badaniu Floros (2011) wykazał, że warunki pogodowe miały negatywny wpływ na rentowność rynku, wykorzystując dane z giełdy lisbońskiej (PSI-20) w latach 1995-2007.
Chang, T., Nieh, C.C., Yang, M.J. i Yang, T.Y. (2006)	Zbadano wpływ warunków pogodowych na zyski. Pod uwagę wzięto takie czynniki pogodowe jak temperatura, wilgotność i liczba dni pochmurne. Zgodnie z wynikami badań istotny związek potwierdziły w tym przypadku temperatura i liczba dni pochmurnych.
Wang, Y., Lin, C.T. i Lin, J.D. (2012)	Nie potwierdzono wpływu dni deszczowych na stopy zwrotu, ale wykazano, że słoneczne dni i temperatura mają w tym zakresie istotne znaczenie.
Tuna, G. (2014)	Zbadano wpływ wilgotności i liczby pochmurnych dni na rentowność indeksu giełdowego w Stambule. Nie wykryto żadnego związku, czym potwierdzono badanie E. Tufana i B. Hamarata (2004).
Silva, P. i Almeida, L. (2011)	Dzięki ich analizie zidentyfikowano korelację między niską temperaturą a wysoką wydajnością; <i>Giełda portugalska, 2000-2009</i>
Hirshleifer, D. i Shumway, T. (2003)	Stwierdzono silną korelację między dniami słonecznymi a rentownością.
Zadorozhna, O. (2009)	Zbadano występowanie związków między wskaźnikami opłacalności, indywidualnymi wskaźnikami bezpieczeństwa i warunkami pogodowymi

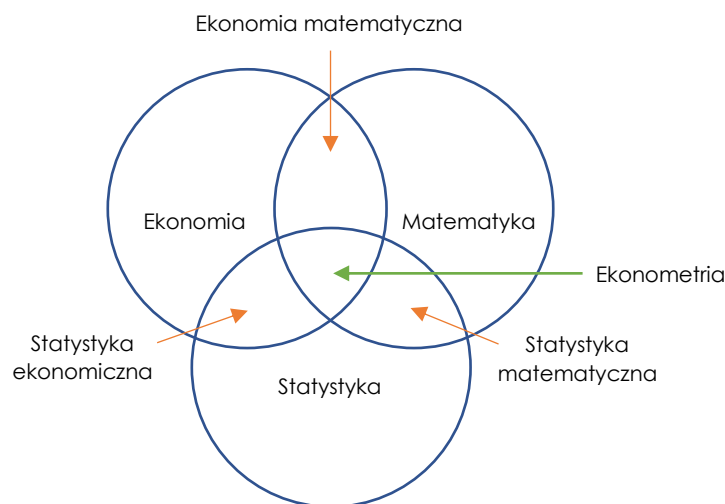
	(burza, pochmurne dni, ciśnienie, deszcz i wilgotność) w różnych okresach (nie krótszych niż 6 lat). Mimo, iż w niektórych krajach zidentyfikowano związki, stwierdzono, że są one zbyt słabe.
Sariannidis, N., Giannarakis, G. i Partalidou, X. (2016)	Zbadano wpływ pogody na zmiany indeksu giełdowego (Dow Jones Sustainability Europe Index). Stwierdzono, że czynniki pogodowe (prędkość wiatru i temperatura) nie tylko pozytywnie wpływają na europejski rynek akcji, ale także na zmiany cen ropy i złota.
Basi, A., Colacito, R., Fulghieri, P. (2013)	Zweryfikowano wpływ pogody na preferencje dotyczące ryzyka i procesu podejmowania decyzji. Odkryto, że indywidualna awersja do ryzyka pozytywnie wiąże się z obserwowalnymi i subiektywnymi warunkami pogodowymi.

Źródło: opracowanie własne

### 3.3. Analiza ekonometryczna jako podstawowe podejście do badań

*‘Ekonometria jest dziedziną ekonomii, która zajmuje się mierzaniem zależności omawianych w apriorycznej analizie ekonomicznej. W tym sensie ekonometria pełni pomocniczą funkcję w stosunku do analizy ekonomicznej, może jednak odegrać bardziej pozytywną rolę, prowadząc do wykrycia nowych zależności i teorii, których istnienia dotychczas – na podstawie jedynie apriorycznych rozważań – nawet nie podejrzewano’ (Klein, 1982).*

Ponieważ wynikiem każdego pomiaru jest liczba, więc w badaniach ekonometrycznych znajdują zastosowanie przede wszystkim te nauki, które mają do czynienia z liczbami bądź z metodami operowania nimi, tj. statystyka operująca liczbami doświadczalnymi, pochodzącymi z eksperymentu lub obserwacji, oraz matematyka dostarczająca metod wykorzystania tych liczb.



Rysunek 3.3. Miejsce ekonometrii.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Błaczkowska, A., Czeakała, M., Grześkowiak, A., Kowalewski, G., & Szmigieli, C. (2002). *Ekonometria. Metody, przykłady, zadania.* (J. Dziechciarz, Ed.) Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.

Tego typu określenie obszaru badawczego ekonometrii nie jest może zbyt precyzyjne, jednak wskazuje tak na dziedzinę badania, jak i na aparat narzędziowy wykorzystywany w analizach ekonometrycznych. Obecne pojmowanie ekonometrii w szerokim znaczeniu obejmuje przynajmniej trzy dziedziny wiedzy, wspólnie

widziane jako odrębne specjalności. Ewolucję rozumienia zadań stojących przed nią obrazuje rysunek 3.3.

Ekonometria wykorzystuje teorię ekonomii, matematykę i wnioskowanie statystyczne do ilościowego określenia zjawisk ekonomicznych. Innymi słowy, przekształca teoretyczne modele ekonomiczne w przydatne narzędzia do kształtowania polityki gospodarczej. Celem ekonometrii jest przekształcenie stwierdzeń jakościowych (takich jak 'związek między dwiema lub więcej zmiennymi jest dodatni') na stwierdzenia ilościowe (np. 'wydatki konsumpcyjne rosną o 95 centów na każdy dolar wzrostu dochodu'). Praktycy ekonometrii przekształcają modele opracowane przez teoretyków ekonomii w wersje, które można oszacować.

Niektóre cechy danych ekonomicznych utrudniają ekonomistom kwantyfikację modeli ekonomicznych. W przeciwieństwie do badaczy w naukach ścisłych ekonometrycy rzadko są w stanie przeprowadzić kontrolowane eksperymenty, w których zmienia się tylko jedna zmienna i mierzy się reakcję podmiotu na tę zmianę. Zamiast tego ekonometrycy szacują relacje ekonomiczne przy użyciu danych generowanych przez złożony system powiązanych równań, w których wszystkie zmienne mogą się zmieniać w tym samym czasie. Rodzi to pytanie, czy w danych jest wystarczająco dużo informacji, aby zidentyfikować niewiadome w modelu.

Ekonometrię można podzielić na komponenty: teoretyczny i stosowany. Teoretycy badają właściwości istniejących testów statystycznych i procedur szacowania niewiadomych w modelu. Starają się również opracować nowe procedury statystyczne, które byłyby ważne (lub solidne) pomimo szczególnych cech danych ekonomicznych - takich jak ich tendencja do jednoczesnych zmian. Ekonometria teoretyczna w dużej mierze opiera się na matematyce, statystykach teoretycznych i metodach numerycznych, aby udowodnić, że nowe procedury mają zdolność wyciągania poprawnych wniosków.

Z kolei ekonometrycy stosowani używają technik ekonometrycznych opracowanych przez teoretyków do przekładania jakościowych twierdzeń ekonomicznych na ilościowe. Ponieważ ekonometrycy ci są bliżej danych, często napotykać i ostrzegają swoich teoretycznych odpowiedników o atrybutach danych, które prowadzą do problemów z istniejącymi technikami szacowania. Na przykład ekonometrycy mogą odkryć, że wariancja danych zmienia się w czasie.

Głównym narzędziem ekonometrii jest model regresji wielorakiej, który zapewnia formalne podejście do szacowania, jak zmiana jednej zmiennej ekonomicznej, zmiennej objaśniającej, wpływa na wyjaśnianą zmienną, zwaną zależną - biorąc pod uwagę wpływ wszystkich pozostałych determinant zmiennej zależnej. Ta kwalifikacja jest ważna, ponieważ regresja stara się oszacować marginalny wpływ określonej zmiennej objaśniającej po uwzględnieniu wpływu innych zmiennych objaśniających w modelu. Na przykład model może próbować wyodrębnić wpływ wzrostu podatków o 1 punkt procentowy na średnie wydatki konsumpcyjne gospodarstw domowych, przy niezmiennych innych determinantach konsumpcji, takich jak dochód przed opodatkowaniem, majątek i stopy procentowe.

Ekonometria, w ścisłym tego słowa znaczeniu, jest postrzegana zatem jako modelowanie ekonometryczne. U podstaw tej techniki leży wspomniana wcześniej analiza w czasie i przestrzeni.

Ze względu na daleko idącą odrębność filozofii badawczej i technik analitycznych – za wyodrębniony podobszar modelowania ekonometrycznego przyjmuje się badanie

zjawisk gospodarczych, generujących długie szeregi czasowe danych ekonomicznych, głównie za pomocą technik analizy autoregresyjnej (Błaczkowska, Czekąła, Grzeškowiak, Kowalewski i Szmigiel, 2002).

Ekonometria z założenia może dawać poprawne prognozy, ale tylko przy pomocy logicznej teorii ekonomii, która kieruje specyfikacją modelu empirycznego. Mimo, że jest to nauka o ugruntowanych zasadach i procedurach dopasowywania modeli do danych empirycznych, w praktyce ekonometria jest nauką, która wymaga wyważonego osądu, aby uzyskać szacunki przydatne w kształtowaniu polityki.

Ekonometrię można zdefiniować jako *‘naukę o mierzeniu zależności zjawisk ekonomicznych od innych zjawisk ekonomicznych oraz od zjawisk przyrodniczych, technicznych, demograficznych i socjologicznych w celach poznawczych i predyktywnych’* (Ostasiewicz, 1989). Wydaje się, że obecnie akcent kładzie się na modelowy aspekt ekonometrii, co w pewnym sensie weryfikuje nieco powyższą definicję formułując jej brzmienie następująco: *ekonometria to nauka o mierzeniu i modelowaniu zjawisk ekonomicznych, w tym ich zależności od innych zjawisk ekonomicznych, demograficznych i socjologicznych oraz zjawisk przyrodniczych i technicznych w celach poznawczych, symulacyjnych i predyktywnych* (Błaczkowska, Czekąła, Grzeškowiak, Kowalewski i Szmigiel, 2002).

Konsekwencją powyższych definicji jest wąskie rozumienie ekonometrii, ograniczone formalnie do modelowania ekonometrycznego i analizy szeregów czasowych za pomocą modeli tendencji rozwojowych. To z kolei wskazuje *model ekonometryczny* jako podstawowe narzędzie badawcze w ekonometrii<sup>10</sup>. Ma on przede wszystkim za zadanie zidentyfikować proces generujący modelowane dane statystyczne, sformalizować opis tego procesu w postaci modelowej, umożliwiającej wykorzystanie tak pozyskanej wiedzy dla celów decyzyjnych.

Cały ten proces, aby był skuteczny, musi być wyjątkowo zsynchronizowany i przebiegać według określonego schematu. Co za tym idzie, analizę ekonometryczną można przedstawić w kilku krokach co obrazuje rysunek 3.4.

Analizę z wykorzystaniem modelowania ekonometrycznego należy rozpocząć od zdefiniowania problemu badawczego i sformułowania celu badania, a tym samym tezy, którą badanie ma potwierdzić lub hipotezy, która zostanie zweryfikowana. Stanowi to swoiste zapotrzebowanie, wymagające wyjaśnienia kształtowania się pewnego zjawiska ekonomicznego, które podlega określonej prawidłowości statystycznej.

Kolejnym krokiem jest specyfikacja zmiennych polegająca na określeniu, jakie informacje można uznać za przydatne do weryfikacji lub potwierdzenia postawionego problemu badawczego oraz zebranie bazy danych niezbędnej do przeprowadzenia procesu modelowania i wnioskowania danych. Etap ten to również wybór zmiennych objaśniających do modelu ekonometrycznego, który należy rozumieć jako pewną selekcję (redukcję) zbioru złożonego z ‘kandydatek’, aby zbiór zmiennych uwzględnionych w modelu spełniał wymóg przyjętego kryterium formalnego. Do modelu powinny zatem wejść takie zmienne, które zapewniają zarówno sensowną interpretację merytoryczną jak i opis zmiennej objaśnianej z założoną z góry dokładnością.

---

<sup>10</sup> Model ekonometryczny to układ równań (funkcji) aproksymujących z pewną, akceptowalną przez użytkownika dokładnością, procesy (zależności) zmiennych ekonomicznych od innych zmiennych – uznawanych (hipotetycznie) za przyczyny (instrumenty decyzyjne) lub za ich symptomy. Zwykle precyzuje się dodatkowo, że równania (zależności) mają charakter stochastyczny (Dziechciarz, 1993).



Rysunek 3.4. Etapy analizy ekonometrycznej.  
Źródło: Opracowanie własne.

Kolejnym krokiem jest wybór rodzaju modelu, który będzie używany do testów. W literaturze można znaleźć szeroką gamę modeli. Tabela 3.2 przedstawia najważniejsze z nich. W tym etapie budowy modelu stajemy przed problemem podjęcia decyzji o postaci analitycznej funkcji  $f$ . Należy zatem odpowiedzieć na pytanie według jakich formalnych związków zmienna modelowana zależy od zbioru zmiennych objaśniających? Wybór postaci analitycznej modelu ekonometrycznego jest jednym z najtrudniejszych etapów badań. Jest on szczególnie uciążliwy, gdy wymaga rozpatrzenia szerokiej gamy modeli z różną liczbą zmiennych objaśniających.

Tabela 3.2. Rodzaje modeli ekonometrycznych

Kryterium podziału	Rodzaj modelu
Postać analityczna funkcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liniowe</li> <li>• nieliniowe</li> </ul>
Liczba równań modelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jednorównaniowe</li> <li>• wielorównaniowe</li> </ul>
Rola czynnika czasu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• statyczne</li> <li>• dynamiczne</li> </ul>
Liczba zmiennych w modelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z jedną zmienną objaśniającą</li> <li>• z wieloma zmiennymi objaśniającymi</li> </ul>
Rodzaj prawidłowości statystycznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• struktury (rozkładu)</li> <li>• dynamiki i wahań (tendencji rozwojowej)</li> <li>• związku w czasie</li> <li>• związku w przestrzeni</li> </ul>
Zakres badania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroekonomiczne</li> <li>• mezoekonomiczne</li> <li>• makroekonomiczne</li> </ul>
Charakter powiązań pomiędzy zmiennymi objaśniającymi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prosty</li> <li>• rekurencyjny</li> <li>• o równaniach współzależnych</li> </ul>



Stopień wiedzy o elemencie losowym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stochastyczne (probabilistyczne, statystyczne oraz strategiczne)</li> <li>• deterministyczne</li> </ul>
Sposób powiązania ze sobą zmiennych endogenicznych nieopóźnionych w czasie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proste</li> <li>• rekurencyjne</li> <li>• o równaniach łącznie współzależnych</li> </ul>
Wartości poznawcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przyczynowo-skutkowe</li> <li>• symptomatyczne</li> <li>• autoregresyjne</li> <li>• trendu</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne

W etapie estymacji modelu ekonometrycznego występuje hipoteza modelowa, uwzględniająca wszystkie zmienne, które powinny zostać uwzględnione w modelu oraz postać analityczną modelu. Zakładając zatem, że hipoteza dotycząca funkcji opisującej zależność między zmienną objaśnianą a zbiorem zmiennych objaśniających jest prawdziwa, tzn., że model powinien być dobrą aproksymantą rzeczywistego przebiegu badanej prawidłowości, pojawia się problem określenia liczbowych wartości parametrów strukturalnych modelu. Ten etap badania sprowadza się do wyboru metody szacunku parametrów modelu ekonometrycznego, a następnie do ich oszacowania. Najbardziej znaną i najczęściej stosowaną metodą estymacji jest metoda najmniejszych kwadratów. Jednak metoda ta jest właściwa jedynie dla modeli liniowych. W przypadku braku liniowości, heteroskedastyczności czy występowania zjawiska autokorelacji składnika resztowego stosuje się inne metody takie jak na przykład metoda największej wiarygodności.

Ostatnim etapem modelowania ekonometrycznego jest weryfikacja z wykorzystaniem różnego rodzaju testów. Etap ten decyduje o jakości modelu. Wyróżnić tutaj można pięć sfer weryfikacji:

- badanie dokładności szacunku modelu,
  - badanie stopnia dopasowania modelu do danych empirycznych,
  - badanie statystycznej istotności estymatorów parametrów występujących w modelu,
  - weryfikacja hipotez dotyczących składnika losowego,
- badanie zasadności przyjętej postaci analitycznej modelu.

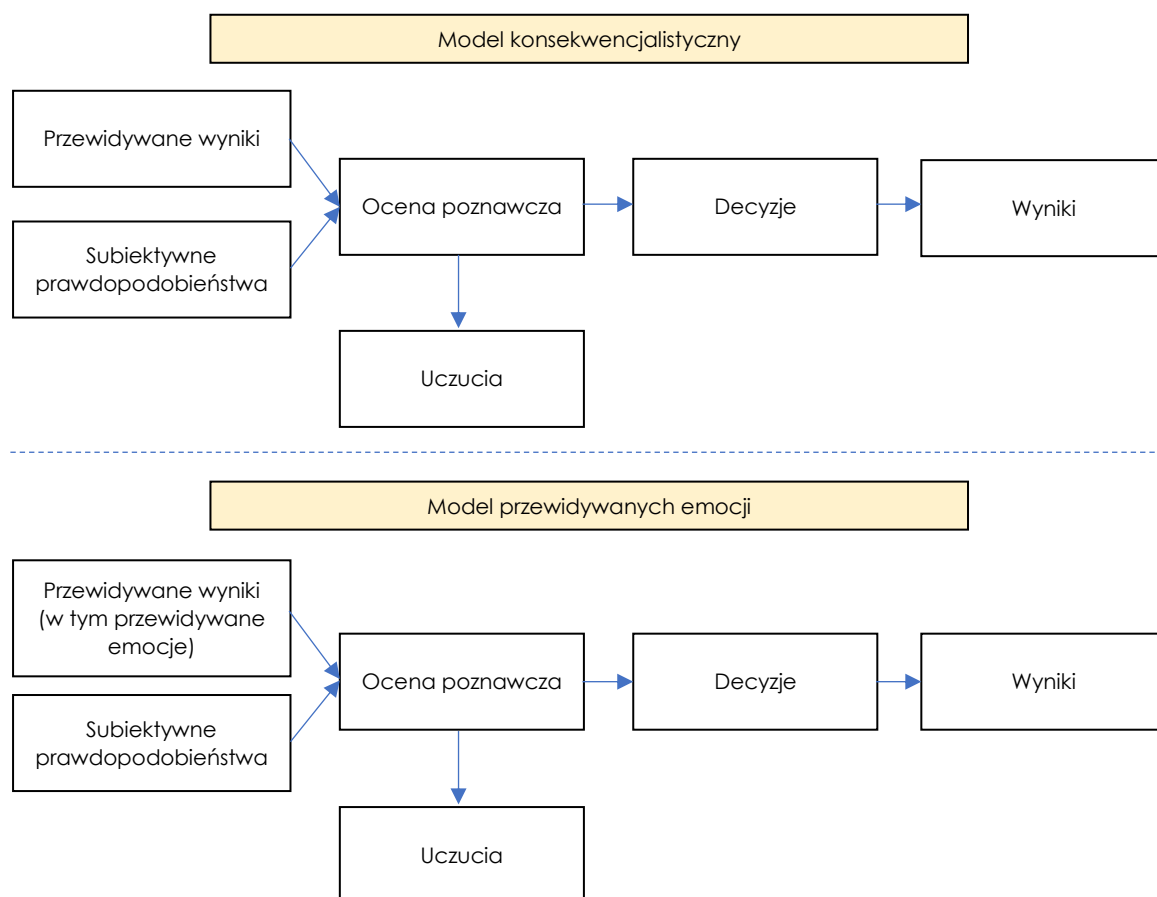
### 3.4. Ekonometryczne modelowanie nastrojów inwestorów giełdowych

Badania prowadzone przez G. Loewensteina (2000), dowodzą, że emocje *‘napędzają zachowania w kierunkach odmiennych od tych podyktowanych wazieniem długoterminowych kosztów i korzyści różnych działań’*. Jednym z obszarów podejmowania decyzji, w którym istotne są emocje i uczucia, jest wycena akcji. Finansiści behawioralni coraz częściej prowadzą badania nad wpływem emocji inwestorów na ich decyzje oraz nad skutkami ekonomicznymi takiego wpływu. Jednym z obszarów badań jest ocena nastroju. W obszarze tym rozważa się wpływ czynników środowiskowych, takich jak pogoda i warunki społeczne, na wycenę akcji. Wszyscy inwestorzy ulegają emocjom i odczuciom, które niekiedy wywołują niepożądane skutki w ich otoczeniu, a wpływ tych uczuć na zachowanie decyduje o wyborach inwestycyjnych i wynikach rynkowych.

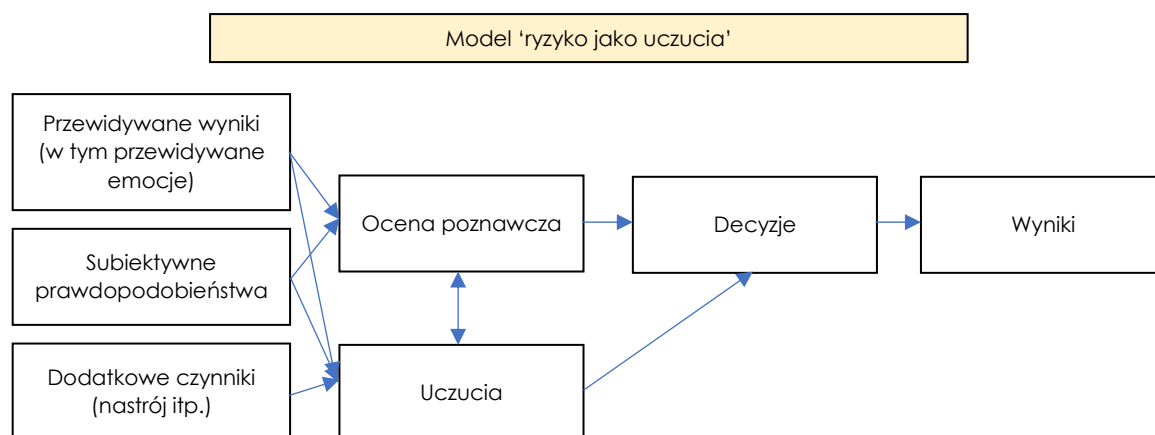
W tradycyjnych modelach podejmowania decyzji w warunkach ryzyka i niepewności, zakłada się, że jednostka podejmująca decyzje jest w stanie zmierzyć

i porównać koszty i korzyści z potencjalnych inwestycji i dokonuje wyboru, który zapewnia najlepszą relację między ryzykiem a korzyścią. Taka perspektywa ignoruje fakt, że jednostka pozostaje pod wpływem uczuć. W pracy B.M. Lucey i M. Dowling (2005) można odnaleźć obszerną liczbę prac opisujących wpływ uczuć na decyzje. Przez lata starano się usprawniać działanie klasycznych modeli, aby uwzględnić wpływ przewidywanych emocji lub emocji doświadczanych przez inwestora. Jednak proponowane aktualizacje nie są na tyle satysfakcjonujące. Dlatego zespół G. Loewensteina (2001) opracował model ('ryzyko jako uczucie'), mający na celu uwzględnienie obecnych emocji i uczuć inwestorów w procesie podejmowania decyzji. Emocje są *'uważane przez większość współczesnych teorii za postkognitywne, to znaczy występujące dopiero po przeprowadzeniu znacznych operacji poznawczych'* (Zajonc, 1980). Sprzężenie zwrotne występujące w tym przypadku powoduje, że również emocje wpływają na oceny poznawcze, ludzie o pozytywnym nastroju dokonują bardziej optymistycznych wyborów, a osoby w negatywnym nastroju dokonują bardziej pesymistycznych (Johnson i Tversky, 1983). G. Loewenstein i in. (2001) podkreślili, że uczucia mogą wpływać na zachowanie.

Modele podejmowania decyzji zilustrowano na rysunku 3.5: model konsekwencjalistyczny, przewidywanych emocji oraz model 'ryzyko jako uczucia'.



Rysunek 3.5. Modele podejmowania decyzji.



Rysunek 3.5. (cd.)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Loewenstein, G.F., Weber, E.U., Hsee, C.K., & Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 127(2), pp. 267–286.

Jeśli na procesy decyzyjne, które wiążą się z ryzykiem i niepewnością, wpływają uczucia, to prawdą jest, że na inwestorów, którzy są stale zaangażowani w ocenę ryzykownych inwestycji również one oddziałują. Powstaje przy tym pytanie: czy efekt uczuć jest równoznaczny ze zmianami cen akcji? Może się zdarzyć, że inwestorzy indywidualni podejmą nieodpowiednie decyzje ze względu na złą ocenę nastrojów, ale racjonalne siły rynkowe, takie jak arbitraż, zapewniają prawidłową wycenę. Według R. Mehry i R. Sah (2002) odczucia inwestorów wpływają na ceny akcji, jeśli:

1. ‘subiektywne miary’ inwestorów (poziom awersji do ryzyka, ocena odpowiednich czynników dyskontowych itp.) zmieniają się w czasie ze względu na zmiany nastroju;
2. skutki zmian nastroju są szeroko i w jednakowy sposób odczuwane przez uczestników rynku;
3. inwestorzy nie są świadomi, że na ich decyzje wpływają wahania nastrojów.

Tradycyjne teorie przekonywały, że nawet jeśli niektórzy inwestorzy dokonają złej wyceny to poinformowani i racjonalni uczestnicy rynku będą w stanie zniwelować wszelkie błędy. Jednak N. Barberis i R. Thaler (2003) wskazują na ‘granice arbitrażu’ i podkreślają, że akcje mogą pozostać niewłaściwie wycenione, czyli korekta nie zostanie dokonana nawet jeśli podejrzewa się błędną wycenę.

Można stwierdzić, że wahania nastrojów wpływają na decyzje inwestorów, które mogą wpływać na równowagę cen akcji. N. Schwarz i G.L. Clore (1983) wskazali, że nastrój może wpływać na decyzje, nawet jeśli przyczyna zmiany nastroju nie jest związana z podejmowaną decyzją. To tzw. złe przypisanie nastroju skłoniło pewną część badaczy finansów behawioralnych do zweryfikowania, czy czynniki, które determinują nastrój, ale są nieistotne dla wyceny fundamentów, wpływają na decyzje dotyczące inwestycji w akcje.

Jednym z wyznaczników uczuć, uwzględnianych w modelowaniu nastrojów inwestorów giełdowych, jest *nasłonecznienie*. Z perspektywy efektywnego rynku światło słoneczne oddziałuje na pogodę, ale również wpływa na rolnictwo, budownictwo czy też inne działy gospodarki. Wówczas rynek ulega automatycznemu dostosowaniu. Jednak we współczesnych gospodarkach rolnictwo odgrywa niewielką rolę i nie powinno wpływać na wartość indeksu giełdowego, zwłaszcza jeśli taki indeks w niewielkim stopniu składa się głównie ze spółek pochodzących z branż związanych z warunkami pogodowymi.

Ponadto nasłonecznienie występujące w jednym konkretnym miejscu nie jest reprezentatywne dla pogody w całej gospodarce. W modelu 'ryzyka jako uczucia' inwestorzy ulegając optymizmowi wynikającemu z działania promieni słonecznych błędnie przypisują dobry nastrój bardziej pozytywnym perspektywom gospodarczym niż dobrej pogodzie. Wpływ godzin nasłonecznienia na odczucia inwestorów spełnia trzy wymagania zaproponowane przez R. Mehry i R. Sah (2002) - nieznanne jednolite wahania nastroju w czasie, których doświadcza duża grupa ludzi.

Hipoteza postawiona przez E.M. Saundersa (1993) o tym, że negatywne skutki gorszej pogody, którą określa jako *pochmurne dni (zachmurzenie)*, skutkują niższymi cenami akcji, a pozytywne skutki dobrej pogody lub wzrost liczby pogodnych dni skutkuje wyższymi cenami akcji. Na podstawie dopasowania zmiennej dotyczącej zachmurzenia do danych dziennych dla Dow Jones Industrial Average z lat 1927-1989 oraz indeksów NYSE/AMEX z lat 1962-1989, E.M. Saunders (1993) stwierdził istotny związek między poziomem zachmurzenia w Nowym Jorku i cenami akcji. S.C. Chang i in. (2008), odkryli z kolei, że zachmurzenie wpływa na stopy zwrotu akcji tylko na początku dnia sesyjnego (pierwsze minuty sesji giełdowych), a konkretnie tylko w ciągu pierwszych 12-15 minut dnia roboczego. Wyjaśniają to odkrycie faktem, że na inwestorów wpływają warunki pogodowe tylko w drodze do pracy, a następnie będąc w biurze; tak naprawdę nie odczuwają wpływu pogody ze względu na brak bezpośredniego obcowania z warunkami atmosferycznymi.

D. Hirshleifer i T. Shumway (2003) badali, czy obciążenia psychologiczne spowodowane warunkami pogodowymi wpływają na stopy zwrotu z akcji w bardziej globalnej skali. Swe rozważania oparli na analizie 26 międzynarodowych centrów finansowych w latach 1982-1997. Korzystając z danych panelowych, a nie długich szeregów czasowych, przetestowali występowanie efektu nasłonecznienia na całym świecie. Wyniki pokazują, że 18 z 26 miast ma ujemny znak współczynnika mierzącego zależność między zachmurzeniem a stopą zwrotu z indeksu akcji, a cztery z nich charakteryzują się znaczącą ujemną zależnością. W związku z tym D. Hirshleifer i T. Shumway doszli do wniosku, że dni z dużym zachmurzeniem wiążą się z niższym poziomem stóp zwrotu, nawet w przypadku gdy kontrolowane są niekorzystne warunki pogodowe, takie jak deszcz czy śnieg.

Istnieje wiele badań naukowych, które badają zależności zmienności indeksów giełdowych i *temperatury* na zyski z akcji. Dla przykładu M. Cao i J. Wei (2005) sprawdzali przy pomocy testu Run i analizy regresji wpływ temperatury na stopy zwrotu z akcji w USA, Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Niemczech, Szwecji, Australii, Japonii i na Tajwanie. Wyniki wskazały, że niższa temperatura może powodować antagonizm, podczas gdy wyższa temperatura może powodować ospałość i niechęć do podejmowania działań. Z kolei w świetle badań przeprowadzonych przez Chang T. i in. (2006) okazało się, że na Tajwanie można było zauważyć związki między czynnikami pogodowymi a stopami zwrotu z giełdy dla danych dziennych. Stwierdzono również, że temperatura cechuje się silnym wpływem na stopy zwrotu z rynku akcji. Interesujący jest fakt, że były one zwykle niższe, gdy odnotowywano wyjątkowo wysokie lub niskie temperatury. Analizą wpływu temperatury na rynek giełdowy zajmował się również zespół V. Narayanamoorthy, M. Dharani i S. Muruganandan (2015). Stwierdzili oni jej znaczący związek ze stopami zwrotu z akcji i ze zmiennością. Swoje wnioski sformułowali w oparciu o analizy przeprowadzone z wykorzystaniem modelu GARCH(1,1), używając dziennych wartości

zamknięcia indeksu S&P CNX Nifty oraz dziennych danych pogodowych w Indiach od stycznia 2008 do grudnia 2013.

Na przykład M.A. Persinger (1975) dowiódł, że istnieje dwudniowe opóźnienie między samooceną nastroju a wskaźnikami pogody, które obejmują dzienną temperaturę, ciśnienie barometryczne, wilgotność względną, godziny nasłonecznienia, prędkość wiatru i globalną aktywność geomagnetyczną. J.J.A. Denissen, L. Butalid, L. Penke i M.A.G. van Aken (2008) zbadali sześć wskaźników pogody wpływających na nastrój, które obejmują temperaturę, siłę wiatru, nasłonecznienie, opady, ciśnienie powietrza i tzw. czas nasłonecznienia. Stwierdzili, że wpływ pogody na nastrój był niewielki. Do nieco innych wniosków w tym zakresie doszli E. Howarth i M.S. Hoffman (1984), którzy wykorzystali dziesięć zmiennych emocjonalnych i osiem zmiennych pogodowych. Wywnioskowano, że trzy zmienne - temperatura, wilgotność i czas nasłonecznienia mogą mieć znaczący wpływ na nastrój jednostki. N. Sariannidis, G. Giannarakis i X. Partalidou (2016) stwierdzili, że zmiany w wilgotności i prędkościach wiatru, a także zmiany stóp zwrotu cen ropy i złota wydają się mieć pozytywny wpływ na europejski rynek akcji.

Dokonując przeglądu badań nad wpływem nastroju inwestorów giełdowych na awierane przez nich transakcje a zatem również na stopy zwrotu określonych instrumentów finansowych można dostrzec, że nie można znaleźć unikalnego systematycznego i trwałego związku między pogodą a rynkiem akcji. O ile w przypadku jednych badań uzyskuje się potwierdzenie pewnego stanu i założeń o tyle kolejne prace mogą wskazywać na odmienne wyniki. Podsumowując informacje przedstawione w niniejszym rozdziale należy zauważyć, że istnieje wiele potencjalnych przyczyn braku uniwersalnych, nie budzących wątpliwości rozwiązań.

Wydaje się, że ważnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę jest *czas*. S.C. Chang i in. (2008) wykazali na przykład, że wpływ zmiennej pogody jest znaczący tylko w momencie otwarcia rynku. M. Akhtari (2011) odkrył z kolei, że badana zależność zależy nie tylko od pory dnia, ale także od momentu w czasie. Co więcej, efekt pogodowy ma charakter cykliczny. M.A. Trombley (1997) oraz Y.M. Lee i K.M. Wang (2011) dowiedli, że wpływ pogody na rynek akcji zmienia się również w ciągu roku.

Drugim istotnym elementem w tym zakresie jest *lokalizacja*. S.P. Keef i M.L. Roush (2002) argumentują, że wpływ różnych zmiennych pogodowych zależy właśnie od konkretnej lokalizacji. Ich zdaniem wspomniana lokalizacja jest jednym z najbardziej krytycznych czynników w analizach tego typu, ponieważ warunki klimatyczne zmieniają się w zależności od miejsca. Ponadto istnieje pewien stopień zróżnicowania w odniesieniu do jednostek i ich cech psychologicznych w różnych regionach i kulturach. Prawdopodobne zatem jest, że lokalizacja w właściwie jej zmiana może wywołać różne reakcje rynku w odpowiedzi na te same warunki pogodowe. Potwierdza to także artykuł L. Symeonidis, G. Daskalakis i R. Markellos (2010). T. Loughran i P. Schultz (2004) wskazują, że wolumen obrotu akcjami różni się w zależności od tego, gdzie mieszkają inwestorzy giełdowi, co również potwierdza wcześniej postawioną tezę. Dlatego też różne wnioski z podobnych badań można wytłumaczyć dużą różnorodnością zmiennych i lokalizacji.

Po trzecie, kluczowe znaczenie mają użyte *definicje* i *hipotezy*. Duży wpływ na ostateczne wnioski ma sposób, w jaki formułowana jest hipoteza zerowa i w jaki sposób zostały zdefiniowane zmienne i procesy (Krämer i Runde, 1997). Dotyczy to również definicji grup inwestorów, którzy podawani są określonemu badaniu. O. Levy i I. Galili

(2008) oraz H. Shu (2010) wykazali, że znaczenie efektu pogodowego zależy od typu inwestorów. Nie można również pominąć znaczenia zastosowanych procedur i statystyk, które są przeznaczone do testowania. Również błędne ich zastosowanie będzie rodzic negatywne konsekwencje (Krämer i Runde, 1997); (Trombley, 1997).

Można zatem pokusić się o reasumpcję, iż prawidłowe wykrycie znaczenia efektu pogodowego zależy od czasu, lokalizacji, definicji pogody, sformułowania hipotez, typu inwestora, procedur i zastosowanych statystyk.

Ponadto w modelowaniu wpływu czynników pogodowych należałoby również uwzględnić inne aspekty, które często mogą stanowić przyczynę złożonych, niejednokrotnie sprzecznych wniosków płynących z badań literaturowych dotyczących obszaru 'pogoda-zachowania inwestorów':

- (1) w wielu badaniach nie uwzględniono sezonowości w dochodach z akcji, co być może prowadziło do fałszywego związku między czynnikami pogodowymi a zachowaniami inwestorów;
- (2) w niektórych badaniach nie analizowano zmiennych pogodowych w kontekście innych zmiennych tego typu. Jest to ważne, ponieważ sposób, w jaki jednostki reagują na bodźce, zależy często od kontekstu, np. G.F. Loewenstein i in. (2001); E. Yechiam, M. Druryan i E. Ert (2008). Na przykład wpływ określonej temperatury na nastrój może być modulowany przez to, czy pada deszcz;
- (3) badania tego typu nie zawsze rozróżniają wpływ czynników pogodowych w zależności od pory roku. Wyższe niż zwykle temperatury latem/zimą mogą mieć negatywny/pozytywny wpływ na nastrój;
- (4) większość analiz nie uwzględnia ciśnienia powietrza, czynnika, który, jak wykazano, wpływa na stan psychofizyczny i nastrój człowieka, np. A. Delyukov i L. Didyk (1999); J. Radua, A. Pertusa i N. Cardoner (2010). Jest to o tyle zaskakujące, że jest to formalnie jedyny czynnik pogodowy, którego można bezpośrednio doświadczyć w pomieszczeniach;
- (5) w większości przeprowadzonych do tej pory badań wykorzystano zagregowane dane o stopach zwrotu i pogodzie w lokalizacji giełdy, np. Saunders E.M. (1993); Hirshleifer D. i Shumway T. (2003). Jednak, aby naprawdę ustalić wpływ czynników pogodowych na zachowania inwestorów, ważne jest ustalenie bardziej bezpośredniego związku między pogodą w danej lokalizacji a transakcjami kupna/sprzedaży w tym miejscu (Jacobsen i Marquering, 2008). W większości badań, w których analizowano zdezagregowane dane, nie znaleziono dowodów wpływu pogody na decyzje inwestycyjne (Goetzmann i Zhu, 2005). Mogło to wynikać z połączenia problemów (1)-(4) lub faktu, że większość poprzednich badań dotyczyła wpływu pogody na miesięczne lub dzienne, a nie godzinowe stopy zwrotu z instrumentów finansowych. W badaniach wykorzystujących zdezagregowane dane stwierdzono istotny wpływ zachmurzenia na skłonność inwestorów instytucjonalnych do sprzedaży akcji (Goetzmann, Kim, Kumar i Wang, 2015), wpływ pogody na wolumen obrotu (Kaustia i Rantapuska, 2012). Jednak badania te wykorzystywały dobowe dane giełdowe i średnie dzienne dane pogodowe. Nie rozróżniały również skutków pogodowych zimą i latem.

Aby stwierdzić, czy pogoda rzeczywiście wpływa na zachowanie inwestorów, ważne jest zróżnicowanie efektów sezonowych i łącznych wpływów szeregu zmiennych pogodowych.

## **Rozdział 4**

### **Nastrój inwestorów giełdowych w ujęciu czynników pogodowych. Analiza elementów wpływu**

*Tradycyjna teoria finansów zakłada, że wszyscy uczestnicy rynku są racjonalni, a maksymalizacja zysków jest ostatecznym celem, do którego dążą wszyscy uczestnicy, co prowadzi do wysokiej efektywności rynku. Jednak od lat 80. szereg badań empirycznych sugeruje istnienie niezwyklego zjawiska, którego nie można wyjaśnić tradycyjną teorią finansów. Jako przykład w tym zakresie można podać badania chociażby Rajnisha Mehra i Edwarda C. Prescottta (1985), którzy stwierdzili, że istnieje 6-procentowa luka między stopą zwrotu z indeksu S&P500 a stopami procentowymi wolnymi od ryzyka. Daniel Kahneman, Jack L. Knetsch i Richard Thaler (1986) z kolei zasugerowali, że ludzie są zaniepokojeni zjawiskami, których tradycyjna teoria finansów nie jest w stanie wyjaśnić.*

*Tym samym na motywację dalszych rozważań wpływa nie tyle tradycyjna teoria finansowa, co reakcje emocjonalne wywołane zmianą warunków pogodowych wpływające na zachowanie giełdy. Treść niniejszego rozdziału stanowią rozważania na temat czynników pogodowych jako elementów sprawczych w kontekście analizy nastrojów inwestorów giełdowych.*

#### **4.1. Nastrój – pogoda – stopy zwrotu akcji**

Od wielu lat ekonomiści finansowi analizują potencjalny wpływ pogody na giełdy. Zdaniem psychologów pogoda wpływa na nastroje ludzi, a tym samym na ich procesy decyzyjne, co z kolei może powodować, że będzie ona miała wpływ na ceny akcji. W części prac można odnaleźć stwierdzenia głoszące, że zmiany klimatyczne mają znaczący wpływ na ludzi, skłaniając ich poprzez oddziaływanie na psychikę do określonych zachowań (Allen i Fischer, 1978); (Hu, Xie i Li, 2013).

Aby jednak dowieść znaczenia tego wpływu należy doprowadzić do sytuacji, w której decydenci powinni być wystawieni na działanie warunków atmosferycznych (Keller i inni, 2005). Jest to o tyle istotne, że inwestorzy podejmując decyzje o kupnie bądź sprzedaży akcji, niezwykle rzadko są poddawani bezpośredniemu działaniu czynników atmosferycznych. Jest to podstawa do negocjowania możliwego wpływu przynajmniej części czynników pogodowych na rynki akcji.

Zmienne, które bezpośrednio odnoszą się do pogody czy naturalnych biorhythmów organizmu można najbezpieczniej opisać jako zmienne nieekonomiczne w kontekście tradycyjnych modeli wyceny akcji. W tym sensie można myśleć o nich jako o zmiennych neutralnych dla ekonomii, co jednak z psychologicznego punktu widzenia nie jest prawdą. Wykazano bowiem, że zmiany w wielkościach i strukturze tych zmiennych mają znaczący wpływ na nastroje uczestników rynku (Howarth i Hoffman, 1984). Odnosząc się do argumentacji Loewensteina G. (2000) uczucia doświadczane w czasie podejmowania decyzji ‘często kierują zachowania w kierunkach odmiennych od tych, które są podyktowane wyważeniem długoterminowych kosztów i korzyści odmiennych działań’.

Ze względu na fakt, iż wycena aktywów finansowych wiąże się z koniecznością ważenia długoterminowych przepływów finansowych (a co za tym idzie z ryzykiem realizacji danej inwestycji) coraz większa liczba naukowców, z zakresu finansów behawioralnych, bada czy i w jakim stopniu wahania nastroju, wywołane głównie zmianami pogody, wpływają bądź też mogą wpływać na rynek akcji. Pewne rozważania w tym zakresie zaprezentowano już na łamach podrozdziału 3.2.

Odnosząc się stricte do psychologicznych podstaw badań tego typu można stwierdzić, że ze względu na ograniczenia poznawcze i nadmiar informacji (które łącznie wpływają na ograniczoną racjonalność), które uniemożliwiają w pełni racjonalne podejmowanie decyzji, ludzie podejmując złożone decyzje finansowe wykazują skłonność do podejmowania raczej satysfakcjonujących niż optymalnych wyborów (Conlisk, 1996); (Simon, 1955). Inwestorzy w warunkach ograniczonej racjonalności wspierają swoje procesy decyzyjne emocjami mając na celu podjęcie decyzji maksymalizującej ich chwilową korzyść, czyli wywołującej satysfakcję (Hanoch, 2002); (Kaufman, 1999).

Satysfakcja w tym sensie jest formą nieobiektywnego procesu podejmowania decyzji, zgodnie z 'teorią nastroju jako informacji' opracowaną przez Schwarza N. i współpracowników (Schwarz, 1990). Według tej teorii nastroje pomagają uczestnikom procesu podejmowania decyzji dokonywać rozstrzygnięć ukierunkowanych na decyzje zgodne nastrojami. Z punktu widzenia realizacji własnych celów inwestora wydaje się to być właściwe, chociaż rodzi wątpliwości związane z niewłaściwym przypisywaniem nastroju. Schwarz wskazuje, że nastrój tendencyjnie wpływa na podejmowane decyzje, nawet wtedy, gdy źródło stanu emocjonalnego nie jest związane z jej podejmowaniem. Schwarz N. i Bless H. (1991) podają, że podstawą oceny dokonywanej przez osoby będące w pozytywnym nastroju jest intuicja, podczas gdy negatywny nastrój skłania do dogłębnych analiz i wymaga merytorycznego potwierdzenia. W pracy Wrighta W.F. i Bowera G.H. (1992) można odnaleźć stwierdzenie, że osoby, które są pod wpływem pozytywnego nastroju dokonują relatywnie więcej pozytywnych ocen.

W pracy Isena A.M. i współautorów (1978) stwierdza się, że wywoływanie pozytywnych emocji, które determinują dobry nastrój na początku eksperymentu (na przykład przez wręczanie drobnych upominków uczestnikom eksperymentu) skutkuje pozytywną oceną zakupów, w odniesieniu do osób, które nie były obdarowane żadnym upominkiem. Innym eksperymentem potwierdzającym tego typu zależności jest ten zaproponowany przez Johnsona E.J. i Tversky'ego A. (1983), w którym wskazano, że czytanie przez ludzi wiadomości wywołujących negatywne emocje spowodowało, że ich ocena ryzyka niezwiązanych z nimi działań była wyższa niż w przypadku pozostałych osób. W innej z kolei pracy dowiedziono, że pozytywny nastrój może zwiększyć skłonność do podejmowania ryzyka, a negatywny prawdopodobnie spowoduje wystąpienie większej awersji w tym zakresie i staranne przetwarzanie informacji w celu uniknięcia potencjalnej straty (Yuen i Lee, 2003).

Jednym z lepiej opisanych literaturze źródeł zmian nastroju jest pogoda. Zdaniem Howartha E. i Hoffmana M.S. (1984) czynniki atmosferyczne i pogodowe wpływają na stany emocjonalne i nastroje jednostek, co jest przyczyną generowania określonych zachowań, których skutki są trudne do przewidzenia. Przewidywalne jest jedynie to, że 'dobra pogoda' wywołuje pozytywne a 'zła' negatywne stany nastroju.

Stwierdzenie, iż występuje związek między pogodą a nastrojem (stanem emocjonalnym człowieka), stało się podstawą do badań naukowców zajmujących się



finansami nad wpływem nastrojów wywołanych przez pogodę, na sposób postrzegania rzeczywistości przez inwestorów na rynkach papierów wartościowych i wywoływanie irracjonalnych decyzji finansowych. W dalszej perspektywie poszerzono zakres badań na analizę i powiązania między pogodą, biorytmami, nastrojami i systemem myślenia reaktywnego (system 1 – myślenie oparte o stereotypy i przekonania, impulsywne) a sposobem podejmowania decyzji na rynkach finansowych.

W badaniach czynników pogodowych Saunders E.M. (1993) odkrywa związek między poziomem zachmurzenia w Nowym Jorku a stopami zwrotu z akcji (DJIA od 1927 do 1989 oraz NYSE/AMEX od 1962 do 1989). Stwierdza on, że istotne są dwa poziomy zachmurzenia; zachmurzenie 100% (w tym czasie prawdopodobieństwo opadów deszczu wynosi 85%) przy którym stopy zwrotu były zdecydowanie poniżej średniej oraz wariant 0–20% (bardzo słonecznie) gdzie stopy zwrotu z akcji były znacząco wyższe od średniej. Saunders wskazuje, że jego ustalenia były odporne na korekty związane z anomaliami sezonowymi (poniedziałki, weekendy).

Kilka lat później Hirshleifer D. i Shumway T. (2003) powtórzyli badanie Saundersa badając stopy zwrotu z indeksów 26 giełd w latach 1982–1997. Autorzy poza testami dotyczącymi zachmurzenia przeprowadzili również analizę zmiennych odnoszących się do opadów (deszczu i śniegu). Stwierdzili wówczas, że 25 z 26 indeksów giełdowych jest ujemnie skorelowanych ze zmianami zachmurzenia (zarówno jego brak jak i bardzo duże zachmurzenie), a 9 z nich znacząco (wprost proporcjonalnie) z jego wzrostem. W przypadku opadów deszczu i śniegu nie udało się wykryć istotnych związków ze stopami zwrotu z akcji, zwłaszcza gdy uwzględnia się dodatkowo czynnik nasłonecznienia. W przypadku Irlandii stwierdzono dodatkowo, że zachmurzenie i opady deszczu mają negatywny, ale nieznaczny wpływ na poziom stóp zwrotu z indeksu irlandzkiego rynku Datastream.

W 2003 roku Krivelyova A. i Robotti C. (2003) analizowali z kolei wpływ wzrostu natężenia pola magnetycznego, spowodowanego występowaniem rozbłysków na Słońcu na stopy zwrotu na rynkach kapitałowych. Autorzy zakładając, iż prawdziwa jest teoria głosząca, że występuje związek między nastrojem a burzami geomagnetycznymi, a także między burzami geomagnetycznymi a zdrowiem, na podstawie zbioru danych dotyczących rynków w dziewięciu krajach, wskazali istotny negatywny związek między poziomem burz geomagnetycznych a dochodami z inwestycji.

W wielu pracach stwierdza się, że istnieje istotny związek między biorytmami a nastrojem. Kamstra M.J. i in. (2003) wskazali, że wahania wartości biorytmów a zatem również wahania nastroju spowodowane zmianami godzin nasłonecznienia w ciągu dnia (*Seasonal Affective Disorder* lub SAD efekt) są determinantą sezonowej zmienności stóp zwrotu. Badanie obejmowało okres od 1988 do 1999 roku i dotyczyło siedmiu krajów. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że stopy zwrotu były istotnie statystycznie niższe od średniej w miarę zbliżania się przesilenia zimowego w sześciu z siedmiu krajów a jednocześnie wyższe od średniej po zakończeniu przesilenia zimowego w sześciu z siedmiu krajów. Jak sami autorzy podają odkrycie to jest odporne na uwzględnienie znanych anomalii, takich jak efekt stycznia, efekt straty podatkowej czy efekt poniedziałku.

W innym badaniu odnoszącym się do znaczenia biorytmów Kamstra M.J., Kramer L.A. i Levi M.D. (2000) zbadali wpływ zakłóceń snu spowodowanych zmianami czasu letniego (*daylight savings time changes* DSTC), które występują dwa razy w roku: wiosną,

kiedy zegary przesuwają się o godzinę do przodu, oraz jesienią, kiedy zegary cofają się o godzinę. Zdaniem autorów powoduje to przerwanie dobowego rytmu organizmu co jest przyczyną wewnętrznego niepokoju i rozdrażnienia (Coren, 1996). Autorzy zweryfikowali postawione hipotezy w oparciu o dane z rynków USA, Kanady, Niemiec i Wielkiej Brytanii za lata 1973-1998. W celu sprawdzenia celu badania testowano hipotezy czy średnie stopy zwrotu z obu weekendów zmiany czasu znacznie różnią się od zwykłych weekendowych procentowych zmian cen. Wyniki potwierdziły przypuszczenia, że dochody (stopy zwrotu) w przypadku zmiany czasu różnią się znacząco in minus w stosunku do regularnych okresów (z wyjątkiem Niemiec, gdzie wyniki nie są istotne). Badanie uwzględniało korekty ze względu na heteroskedastyczność i autokorelację stóp zwrotu.

W innym przypadku Pinegar J.M. (2002) wskazał, że efekt DSTC jest istotny tylko w przypadku zmiany jesiennej. W swoich badania wskazuje jednak na pewne wątpliwości związane choćby z jakością danych. Z kolei w Kamstra M.J., Kramer L.A. i Levi M.D. (2002) doszli do wniosków, które nie były zgodne z wynikami Pinegara. Można zatem skonkludować, że znaczenie tego typu zmiany czasu dla stóp zwrotu z akcji pozostaje wciąż nieodkrytym polem badawczym.

Część analiz wskazuje na fakt, że istnieją czynniki oparte na przekonaniach, które wpływają na podejmowanie decyzji przez inwestorów. Jednym z takich obszarów badań jest odniesienie na przykład do cyklu księżycowego (znany jako cykl Circatrigintan) (Dichev i Janes, 2001); (Yuan, Zheng i Zhu, 2006). W przywoływanych badaniach wskazano, że stopy zwrotu są znacząco wyższe w dniach poprzedzających daty nowiu księżyca niż w dniach zbliżonych do daty jego pełni. Wspomniani autorzy stwierdzili ponadto, że efekt ten może odzwierciedlać w większym stopniu przekonania społeczne niż psychofizjologiczne oddziaływania na człowieka.

Wpływ pogody na nastrój i zachowanie człowieka jest szeroko omawiany w literaturze psychologicznej od dziesięcioleci i chociaż związek przyczynowy wydaje się być logiczny to badania empiryczne nie dają jednoznacznych wyników. Część z nich wydaje się potwierdzać założenie i wskazuje na występowanie silnych związków między pogodą a zmianami psychologicznymi, inne zaś dowodzą o niewielkim wpływie pogody na tą sferę (Denissen, Butalid, Penke i van Aken, 2008); (Watson, 2000). Wśród czynników pogodowych wymienianych w badaniach empirycznych szczególne miejsce zajmuje temperatura. Rotton J. i Frey J. (1985) podali, że zakłócanie porządku domowego oraz napady rabunkowe są pozytywnie skorelowane ze zmianami temperatury w ciągu dnia. Anderson C.A. (1989) pokazał, że upały wzmagają agresję, która jest przyczyną brutalnych przestępstw oraz przemocy domowej. Keller M.C. i in. (2005) stwierdzili, że umiarkowana temperatura i stabilne ciśnienie atmosferyczne są związane z lepszym nastrojem i pamięcią, a wzrost temperatury latem może wiązać się z pogarszaniem nastrojów.

Istnieją również dowody wskazujące na brak lub znikomy wpływ pogody na wysokość stóp zwrotu. Na przykład Theissen E. (2007) na podstawie przeprowadzonego przez niego badania opartego na próbie niemieckich inwestorów indywidualnych stwierdza, że na dokonywane przez nich prognozy żadnego wpływu nie ma różnica temperatur. Z kolei Jacobsen B. i Marquering W. (2008) wykazali, że zmienności stóp zwrotu z akcji nie można objaśnić zmianami nastrojów inwestorów spowodowanymi zachmurzeniem czy wahaniami temperatury. Uwzględniając możliwość występowania efektów kalendarzowych takich jak efekt jednego miesiąca w roku czy efekt poniedziałku, należy uznać, że wpływ temperatury na dochody z akcji jest niewielki. Keef S.P.

i Roush M.L. (2007) w ramach przeprowadzonych badań przetestowali hipotezę, że na dzienne stopy zwrotu dwóch australijskich indeksów giełdowych (S&P/ASX 20 i S&P/ASX 300) mają wpływ takie czynniki pogodowe jak temperatura, zachmurzenie i prędkość wiatru. W badaniu wykazano, że pierwszy z wymienionych ma negatywny wpływ na stopy zwrotu a pozostałe dwa czynniki nie wykazują żadnego wpływu.

Badanie przeprowadzone przez Florosa C. (2008) opierające się o pięć europejskich rynków akcji (austriacki, belgijski, francuski, grecki i brytyjski) miało za cel zweryfikować hipotezę o zależności dochodów rynkowych od temperatury przy wykorzystaniu modelowania GARCH na podstawie danych dziennych. W wyniku badania ustalono, że wystąpił negatywny związek między temperaturą a stopami zwrotu z rynku akcji w przypadku Austrii, Belgii i Francji. Wyniki dla Grecji i Wielkiej Brytanii nie były istotne statystycznie. Shu H.C. i Hung M.W. (2009) w ramach analiz zweryfikowali z kolei hipotezę o istnieniu związku między dziennymi procentowymi zmianami cen z rynku akcji w osiemnastu krajach europejskich (Czechy, Belgia, Finlandia, Francja, Węgry, Grecja, Irlandia, Luksemburg, Włochy, Norwegia, Portugalia, Polska, Rosja, Szwecja, Hiszpania, Szwajcaria, Wielka Brytania i Turcja) i czynnikami pogodowymi za pomocą modeli GARCH. Stwierdzono, że występował negatywny wpływ temperatury na stopy zwrotu z akcji, a przy okazji zauważono, że wiatr ma większy wpływ na nastrój niż słońce.

Shim H. i in. (2015) poddali analizie problem wpływu czynników pogodowych na zmienność koreańskich opcji KOSPI200 przy wykorzystaniu modelu GJR-GARCH. W badaniu wywnioskowano, że zmienność ma tendencję do wzrostu w bezwietrzne dni. Dodatkowo podkreślono, że gdy czynniki pogodowe przyjmują ekstremalnie wysokie wartości inwestorzy reagują na nie bardziej nieprzewidywalnie niż przy skrajnie niskich ich poziomach.

Sariannidis N. z zespołem (2016) zbadał natomiast znaczenie czynników pogodowych w wyjaśnianiu stóp zwrotu z indeksu Dow Jones Sustainability Europe przy dodatkowym wykorzystaniu szeregu zmiennych makroekonomicznych jako zmiennych kontrolnych, oraz modelu GJR-GARCH (1,1). Wyniki badania wskazały, że wilgotność i wiatr pozytywnie wpływają na stopy zwrotu. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano również potwierdzenie, że ceny ropy i złota również pozytywnie wpływają na rynek, oraz że zmienność kursu dolara do jena i wartość dziesięcioletnich obligacji mają istotny negatywny wpływ na stopy zwrotu z akcji.

W literaturze można odnaleźć również badania Sheikha M.F. i zespołu (2017). Analizowali oni wpływ sześciu pośrednich zmiennych pogodowych, wpływających na nastrój (temperatura, wilgotność, zachmurzenie, ciśnienie powietrza, widoczność i prędkość wiatru), trzech mierników pogody (mgła, burza z piorunami i deszcz lub mżawka) oraz dwóch zmiennych biorytmicznych na zmienność stóp zwrotu na sześciu rynkach Azji Południowej (Sri Lanki, Indii, Pakistanu i Bangladeszu). Wyniki badania wskazały, że zmienne determinujące nastroje mają wpływ na rynki kapitałowe Azji Południowej.

Badań wskazujących na istotny wpływ czynników pogodowych na inwestycje giełdowe lub tych wykazujących nieco mniejsze znaczenie w tym zakresie jest naprawdę sporo i nie sposób wszystkich wymienić. Szereg z nich dokumentuje silny związek między czynnikami pogodowymi a stopami zwrotu z indeksów giełdowych, dostarczając pośrednich dowodów na wpływ nastrojów inwestorów na ceny aktywów. Znaczenie jednak tego związku w dużym stopniu zależy od okresu, który jest brany pod uwagę w badaniach.

W efekcie pogodowym widoczne są bowiem wyraźne cykliczne wzorce. Jednym z możliwych wyjaśnień ich występowania jest okresowe pojawianie się nieracjonalności w zachowaniach inwestorów na giełdach. Jest to zupełnie zrozumiałe ze względu na fakt, iż mniej profesjonalni i prawdopodobnie mniej racjonalni inwestorzy częściej generują błędy w wycenie kapitału (Akhtari, 2011).

Zbadanie wpływu czynników pogodowych na rzeczywiste zachowania inwestorów jest ważne chociażby w celu ustalenia wiarygodności efektów pogodowych. Dlatego też, aby ocenić znaczenie ewentualnego wpływu czynników pogodowych należy kontynuować badania w tym zakresie. Niezwykle jednak istotnym elementem w tym aspekcie jest analiza własności samych czynników pogodowych jako czynników sprawczych ale również analiza danych meteorologicznych, które pozyskiwane są z odczytów zbieranych w określonych stacjach pogodowych. Niebagatelne znaczenie ma również poznanie samych mechanizmów związanych z prognozami numerycznymi, które pozwalają w pewnym sensie na ewentualne przewidywania inwestorów co do przyszłych ich zachowań.

## **4.2. Dane meteorologiczne – koncepcja wykorzystania**

Zgłębiając problematykę czynników pogodowych nie sposób nie odnieść się do ich istoty, danych meteorologicznych i prognoz meteorologicznych w wyniku, których otrzymuje się przewidywania co do przyszłych stanów pogodowych. Nie zawsze przewidywania te można nazwać prognozami, zawsze jednak wywierają one znaczący wpływ na sposób postrzegania rzeczywistości przez co również mogą wpływać na sposób podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Zatem mówiąc o pogodzie dokonuje się pewnego uogólnienia, które traktuje pogodę jako chaotyczny i ciągle zmieniający się system, przez co czasami trudno go przewidzieć. Pogoda może zmieniać się szybko i nieoczekiwanie; w innych przypadkach wydaje się być stabilna i niezawodna lub jej zmienność odbywa się powoli. Niektóre wzorce pogodowe mogą być powodem do niepokoju, a nawet zagrażać życiu, na przykład silna zamieć powodująca niebezpieczne warunki drogowe lub długotrwała susza niszcząca uprawy i pozostawiająca ludzi bez źródła wody. W takich przypadkach umiejętność przewidywania zjawisk pogodowych i dostosowywania się do nich jest ważna nie tylko w celu ułatwienia sobie życia, ale także dla przetrwania.

Pogoda często jest rozumiana jako zbiór 'rzeczy', które mają miejsce w atmosferze ziemskiej w krótkim okresie, na przykład w godzinach lub dniach. Większość pogody jest sterowana przez słońce. Obszary blisko równika otrzymują więcej energii ze słońca niż te położone bliżej biegunów Ziemi, a na tych obszarach różne powierzchnie (takie jak oceany, lasy, pustynie itp.) mają różne zdolności pochłaniania promieni słonecznych. Wynikające z tego temperatury mają największy wpływ na pogodę na Ziemi.

Różnice temperatur wpływają z kolei na ciśnienie atmosferyczne a zatem bezpośrednio wpływają na człowieka. Podgrzane powietrze rozszerza się, co obniża jego ciśnienie. Różnice w ciśnieniu powietrza mogą powodować zmiany w innych czynnikach pogodowych. Na przykład powietrze w naturalny sposób przemieszcza się z obszarów o wysokim ciśnieniu do obszarów o niskim ciśnieniu, a ten ruch powoduje wiatr. Ponadto różne ciśnienia powietrza są związane z różnymi rodzajami pogody.

Ruchome masy powietrza i ciśnienie powietrza to dwa czynniki, które pomagają nam określić, jaka pogoda będzie panowała na danym obszarze w danym dniu.

Wilgotność również wpływa na pogodę. Ilość wilgoci lub pary wodnej w powietrzu wskazuje na prawdopodobieństwo opadów, rosy lub mgły. Obecność pary wodnej w powietrzu jest również dyktowana przez słońce, ponieważ energia słoneczna zasila cykl wodny Ziemi. Cykl wodny to termin używany do opisu ciągłego ruchu wody nad i pod powierzchnią Ziemi, który obejmuje (między innymi) parowanie, opady i tzw. kondensację<sup>11</sup>.



Rysunek 4. 1. Sieć stacji synoptycznych w Polsce (I i II rzędu).

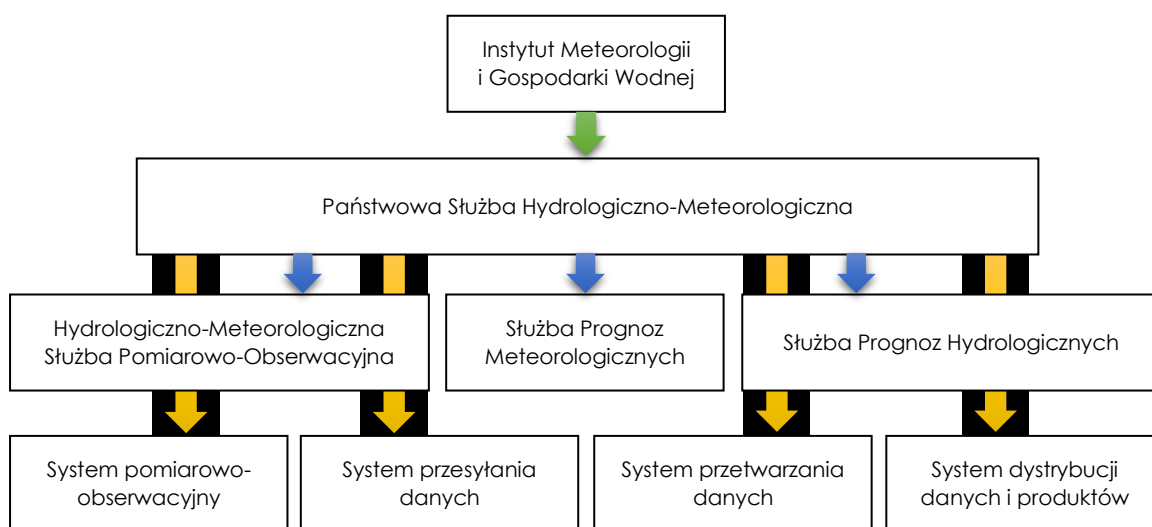
Źródło: Kossowska-Cezak, U., Martyn, D., Olszewski, K., Lembowicz, M. (2000). *Meteorologia i klimatologia. Pomiary obserwacje, opracowania*. Warszawa: PWN.

W celu zobrazowania wartości i skali poszczególnych składników pogodowych konieczny jest ich pomiar i obserwacja. Pomiarom instrumentalnym podlegają głównie czynniki, z których większość została już wymieniona, jak chociażby: temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność powietrza, wielkość opadów, kierunek i prędkość wiatru, stopień usłonecznienia, wielkości określające promieniowanie czy też parowanie. Odnosząc się z kolei do obserwacji wizualnych należy podkreślić, że dotyczą one między innymi zachmurzenia i widzialności, zjawisk optycznych. Zebrane w ten sposób wyniki służą następnie do opracowania prognoz pogodowych.

<sup>11</sup> Odparowanie to proces, w którym woda w stanie ciekłym z powierzchni naszej planety jest przekształcana w atmosferze w wodę gazową. Opady atmosferyczne to skroplona para wodna, która opada na powierzchnię Ziemi w postaci deszczu, śniegu, gradu lub deszczu ze śniegiem. Kondensacja opisuje przemianę pary wodnej w ciekłe kropelki wody w powietrzu, tworząc chmury i / lub mgłę.

Wykorzystywane są do badania procesów fizycznych zachodzących w atmosferze oraz klimatu, jak również do celów praktycznych, np. w komunikacji, budownictwie, energetyce, rolnictwie itp.; ostrzegają w pewnym sensie przed niebezpiecznymi zjawiskami atmosferycznymi. Podstawową zasadą wykonywania pomiarów meteorologicznych i obserwacji jest ich porównywalność, stąd też wykonuje się je w jednakowych warunkach oraz według jednolitych zasad (Kossowska-Cezak, Martyn, Olszewski i Lembowicz, 2000).

W przypadku Polski wspomniane pomiary i obserwacje meteorologiczne są realizowane przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), w ramach sieci hydrologiczno-meteorologicznej (Rysunek 4.1). Całość wpisuje się w system, który ogólnie można zobrazować poniższym schematem (Rysunek 4.2).



Rysunek 4.2. Organizacja sieci meteorologicznej w Polsce.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [www.imgw.pl](http://www.imgw.pl) [data dostępu: 21.05.2021].

Odnosząc się z kolei do prognoz meteorologicznych, należy wstępnie je zdefiniować. W skrócie tego typu prognozę można określić jako oszacowanie przyszłego, najbardziej prawdopodobnego stanu pogody (Mentel, 2017).

Wśród wspomnianych prognoz można wyróżnić kilka kategorii w zależności od stopnia uszczegółowienia. W ujęciu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej klasyfikacja, o której mowa, przedstawia się następująco (Ogrodnik, 2013):

- prognozy natychmiastowe (do 2 godzin),
- prognozy ultrakrótkoterminowe (od 2 do 12 godzin),
- prognozy krótkoterminowe (od 12 do 72 godzin),
- średnio terminowe (od 72 do 240 godzin),
- długoterminowe (powyżej 10 dni).

Warty podkreślenia jest fakt, że bez względu na stopień uszczegółowienia tego typu klasyfikacji, poszczególne rodzaje prognoz meteorologicznych szacowane są na podstawie jednakowych informacji i w pewnym zakresie nawiązują się do analogicznych okresów. Odnosząc się tym samym bardziej do charakteru informacji jakie w sobie niosą niż do horyzontu prognozy można wyszczególnić prognozy bieżące, które przewidują tzw. ekstremalne zdarzenia pogodowe, jak chociażby huragany czy tornada. Prognozy jednodniowe to przewidywania dotkliwych burz bądź innych dokuczliwych

anomalii pogodowych. Najczęściej występującym typem pogodowego przewidywania jest prognoza krótkoterminowa. Odnosi się bowiem do zazwyczaj opisywanych czynników meteorologicznych, jak temperatura powietrza w ciągu dnia, wielkości opadów, ciśnienia atmosferycznego, prędkości i kierunku wiatru bądź przemieszczania się ciepłych i zimnych mas powietrza. Wszystkie czynniki pogodowe podawane są wówczas najczęściej w ujęciu wartości minimalnych i maksymalnych. Kolejna kategoria obejmuje prognozy średnioterminowe, które są znacznie uboższe informacyjnie. Zawierają one dane dotyczące przeciętnych wielkości ewentualnych opadów, temperatury i ciśnienia powietrza w ciągu dnia. Wraz z kolejnym podziałem uzyskujemy prognozy zawierające coraz mniej informacji. Chodzi tutaj o tzw. prognozy średnioterminowe dostarczające informacje uśrednione bądź prognozy długoterminowe czy też wieloletnie, które opierają się wyłącznie na informacjach o odchyłkach od wieloletnich uśrednionych wartości temperatury powietrza bądź też na oszacowaniu trendów kilkuletnich w ujęciu rocznym. Tego typu prognozy postrzegane są jako mało użyteczne (Mentel, 2017).

Zasadniczym podziałem w prognozach pogodowych jest ich zróżnicowanie ze względu na metodę wykorzystywaną przy ich szacowaniu. Metoda numeryczna w prognozowaniu pogody odnosi się do metod statystycznych oraz podstawowych zasad fizyki, a przewidywania, które uzyskuje się w wyniku jej stosowania, otrzymywane są w wyniku rozwiązania konkretnego układu równań. Prognoza synoptyczna odnosi się z kolei do analizy warunków rzeczywistych jak i krytycznej analizy prognoz numerycznych.

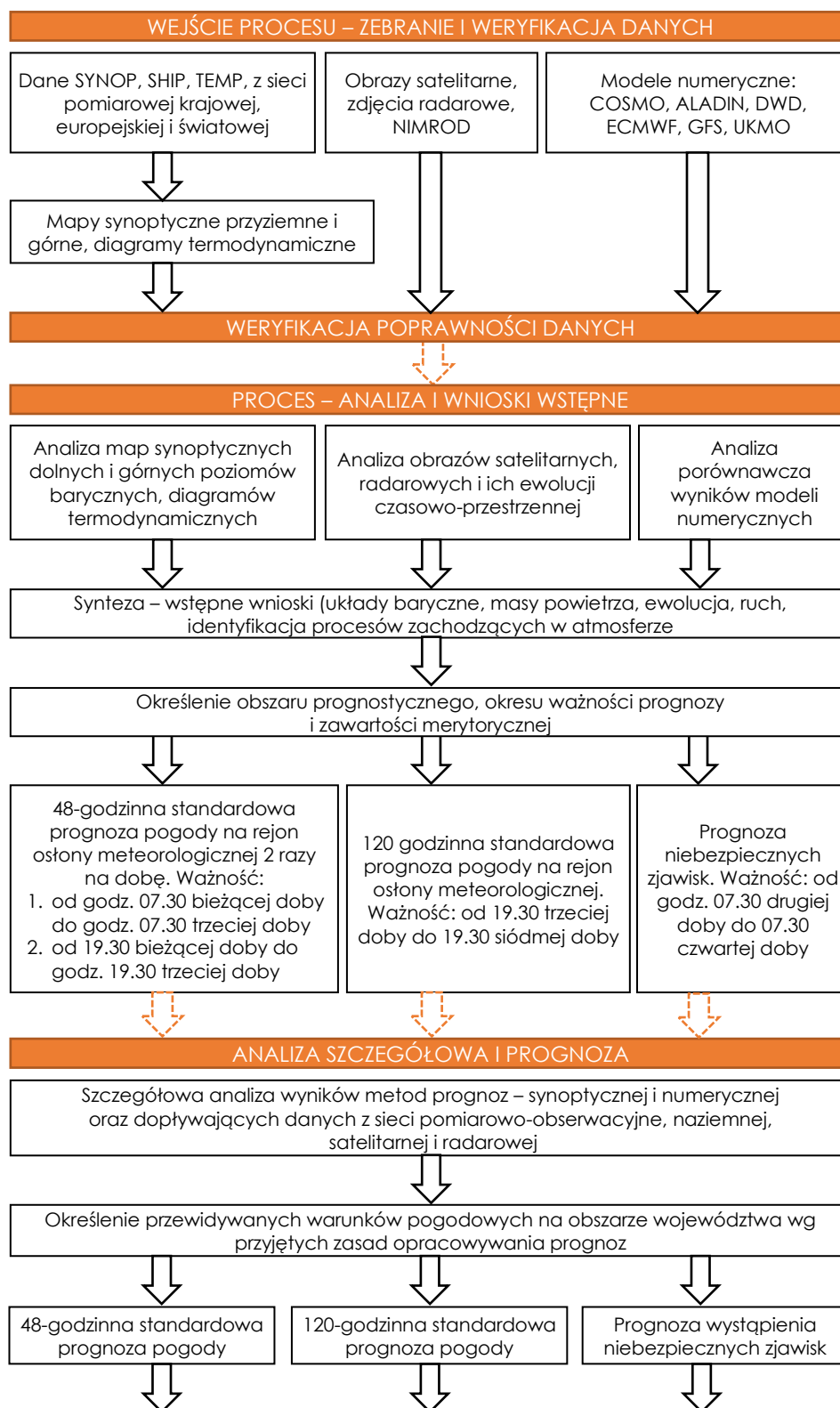
Powszechnie stosowanym kryterium podziału prognoz meteorologicznych jest rozgraniczenie na prognozy o krótszym bądź dłuższym horyzoncie przewidywań. W pewnym sensie podział ten spaja w swej strukturze wcześniej już omówione, gdyż w przypadku pierwszej wymienionej kategorii wyróżniamy prognozy natychmiastowe (do 2 godzin), ultrakrótkoterminowe (od 2 do 12 godzin), krótkoterminowe (od 12 do 72 godzin), prognozy średnioterminowe (od 72 do 240 godzin), czyli formalnie nieprzekraczające 10 dni. W celu generowania tego typu prognoz każdy kraj posiada odpowiednią agencję, którą w przypadku Polski stanowi wspomniany nieco wcześniej IMGW. W drugiej grupie, prognoz długoterminowych czy też sezonowych otrzymujemy szacunki mniej dokładne, bardziej ogólne. Oparte są one na przeciętnych wartościach danego wskaźnika, co też zostało już opisane wcześniej. Istotny w ich wypadku jest obszar jakiego dotyczą, gdyż często odnoszą się do całych kontynentów. Za ich szacunki odpowiedzialne są organizacje międzynarodowe powołane w tym celu.

Jak łatwo zauważyć konkretnych podziałów i klasyfikacji w tym zakresie jest wiele. Ich dogłębna analiza nie stanowi jednak istoty niniejszych rozważań. Bardziej przydatna wydaje się kwestia samych danych meteorologicznych i źródeł tych prognoz.

Rozpatrując kwestię danych meteorologicznych, trzeba podkreślić wyraźny podział w tym zakresie. Pomiary parametrów pogodowych mogą odbywać się bezpośrednio bądź też metodami pośrednimi. Nie to jest jednak kluczowe. Poza kwestią samych danych, a dokładniej ich źródeł, dochodzi bowiem problem tzw. ich asymilacji. Wielość źródeł danych jest spora, dodatkowo są one gromadzone w różnych miejscach na ziemi jak i w różnym czasie. Tym samym często budzi to pewne problemy z ich kompatybilnością. Wskazana wyżej asymilacja jest procesem złożonym, który zasadniczo dzieli się na dwa etapy. Pierwszy z nich odnosi się do sprawdzenia jakości danych, w celu eliminacji

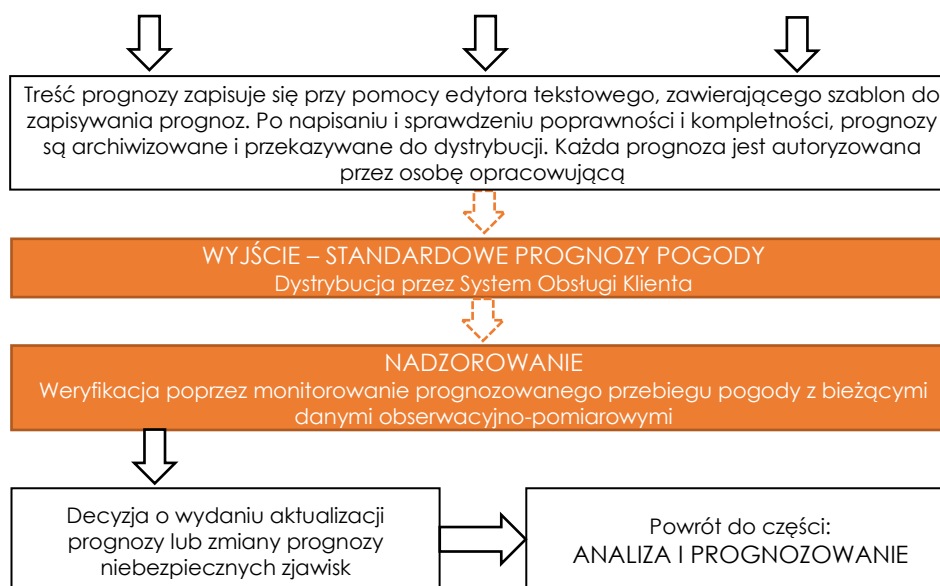
oczywistych błędów pomiarowych, drugi natomiast to uzgadnianie danych oraz wykorzystywanie informacji dostępnej już wcześniej (Mentel, 2017).

W celu bardziej dokładnego przeanalizowania procesu samego prognozowania, jego struktury i złożoności warto dokonać analizy poniższego schematu (Rysunek 4.3).



Rysunek 4.3. Schemat opracowywania prognoz pogodowych.





Rysunek 4.3. (cd.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Mentel, G. (2017) *Wartość zagrożona jako instrument zarządzania ryzykiem pogodowym*. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.

### 4.3. Czynniki pogodowe, analiza własności

Ramy klasycznych finansów zakładają ‘uczciwą’ wycenę papierów wartościowych. Istnieje nieskończona ilość analogii między giełdą a pogodą. Oba elementy są jednak trudne do przewidzenia, przechodzą przez regularnie zmieniające się warunki i wymagają różnych metod przygotowania w zależności od tych warunków.

Stąd też wydaje się zasadne poznanie mechanizmów i tendencji panujących wśród czynników meteorologicznych. Niekoniecznie bowiem muszą one charakteryzować się podobnymi własnościami co instrumenty finansowe. W przypadku czynników pogodowych może występować na przykład silna asymetria rozkładu bądź dać się zaobserwować zjawisko sezonowości. Tym samym, wszelkie konstatacje w tym zakresie, poparte badaniami empirycznymi, mogą stanowić podstawę do pełniejszego wnioskowania w przypadku oceny wpływu tych czynników na decyzje inwestycyjne.

Poniższa analiza ma za zadanie ujawnić ewentualne unikatowe cechy, które są obce instrumentom giełdowym, a powinny być uwzględnione chociażby na etapie modelowania. W podrozdziale tym, podejmowana jest zatem próba odpowiedzi na pytanie, czy wartości rozpatrywanych czynników meteorologicznych charakteryzuje pewna tendencja w czasie, czy cechuje je, wspomniana wyżej, autokorelacja, sezonowość itp. Ważne jest również to czy mamy w ich przypadku do czynienia z jednorodnością i stałością wariancji w czasie. Ciekawa, w tego typu analizie, może okazać się również informacja o samych rozkładach wartości danego instrumentu pogodowego.

Istotnym czynnikiem pogodowym jest *temperatura powietrza*. Jest to czynnik, który na podstawie cytowanych już wcześniej badań, zdaniem wielu, ma wpływ nie tylko na ewentualne zachowania instrumentów finansowych, lecz również stanowi klasyczny element bazowy w konstrukcji tzw. pogodowych instrumentów terminowych (Mentel, 2017). Większość bowiem pogodowych kontraktów terminowych bazuje w swej konstrukcji na indeksach temperaturowych (Majewska, 2013).

Należy w tym miejscu podkreślić, że analiza rozpatrywanego czynnika pogodowego, jak również kolejno omawianych, wygląda nieco inaczej w przypadku danych dobowych (dziennych), a inaczej w przypadku okresów miesięcznych. Własności i tendencje zaobserwowane w tych dwóch przypadkach często różnią się zasadniczo. Stąd też, ze względu na charakter analiz wykonywanych w dalszej części niniejszej publikacji, poddaje się analizie wyłącznie dane dzienne.

Dokonując już wstępnej analizy statystyk deskryptywnych należy zauważyć pewną tendencję odnoszącą się do skośności rozkładu cechy (Tabela 4.1). Generalnie można zaobserwować niewielką lewostronną asymetrię w przekroju analizy temperatury dla głównych stacji meteorologicznych w Polsce. Zaledwie w kilku przypadkach tzw. skośność ma wartość dodatnią. Pokrywa się to z spostrzeżeniami zawartymi w publikacjach bądź to Presia J. (2007) bądź Mentla G. (2017). Jeśli w tym wypadku weźmiemy pod uwagę dane dobowe, lecz dla poszczególnych miesięcy, analiza asymetrii ma nieco inny charakter, gdyż lewostronny rozkład widoczny jest w przypadku miesięcy zimowych, a dodatnia asymetria rysuje się w okresie letnim.

Tabela 4.1. Wartości wybranych parametrów rozkładu temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w °C w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych<sup>12</sup>

	Średnia	Mediana	Moda	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Skośność	Kurtoza
Kotobrzeg	9,7871	9,40	Wielokr.	-11,00	27,00	6,6504	-0,0576	-0,7084
Koszalin	9,7342	9,30	Wielokr.	-11,30	27,30	6,9970	0,0126	-0,6691
Ustka	9,6901	9,20	16,80	-10,70	27,50	6,6542	-0,0361	-0,6906
Łeba	9,3451	8,80	16,30	-11,00	26,70	6,7631	-0,0257	-0,7369
Lębork	9,4888	9,00	0,00	-11,60	27,60	7,1238	-0,0133	-0,7184
Hel	9,7252	9,00	3,00	-9,40	25,20	6,7282	0,0114	-0,9230
Gdańsk	9,5449	9,00	13,90	-12,00	26,00	7,2937	-0,0740	-0,7242
Elbląg	8,5273	8,00	5,20	-14,90	26,40	7,6029	-0,0609	-0,6726
Kętrzyn	9,0116	8,70	3,70	-15,50	28,10	7,9249	-0,1036	-0,6637
Suwałki	8,2464	7,60	4,80	-18,60	26,30	8,1848	-0,1254	-0,6420
Świnoujście	9,9802	9,40	Wielokr.	-10,70	26,90	6,7724	-0,0184	-0,7927
Szczecin	10,3211	10,00	Wielokr.	-11,90	27,20	7,1599	-0,0183	-0,7525
Piła	9,7479	9,20	3,40	-13,20	28,60	7,6893	0,0093	-0,7344
Chojnice	8,9951	8,60	5,30	-13,60	27,70	7,5277	-0,0459	-0,7111
Toruń	9,9359	9,50	3,90	-13,40	28,90	7,8688	-0,0187	-0,7386
Mława	9,2678	8,65	0,40	-15,60	28,80	8,0974	-0,0659	-0,7296
Olsztyn	9,0396	8,50	Wielokr.	-14,90	27,40	7,8276	-0,0852	-0,6910
Mikołajki	9,0281	8,70	17,00	-16,00	26,90	8,0362	-0,1176	-0,6945
Białystok	8,6463	8,20	Wielokr.	-17,80	25,40	8,1053	-0,1457	-0,6791
Garzów Wielkopolski	10,3754	9,80	6,20	-12,00	28,70	7,6471	0,0135	-0,8167
Stubice	10,6329	10,20	6,80	-11,20	29,80	7,6439	0,0300	-0,7963
Poznań	10,4486	9,85	4,20	-12,50	30,00	7,8832	0,0022	-0,7810
Koło	9,9683	9,40	0,00	-13,30	29,20	7,9930	-0,0089	-0,8056
Płock	9,7625	9,40	0,00	-13,60	28,60	7,9255	-0,0552	-0,7731
Warszawa	10,2638	9,80	14,90	-15,60	29,30	8,2745	-0,0718	-0,7688
Siedlce	9,2987	8,80	16,20	-18,60	27,80	8,1575	-0,1351	-0,6637
Terespól	9,4287	9,00	Wielokr.	-19,50	26,90	8,3269	-0,1401	-0,6802
Zielona Góra	10,3583	9,90	Wielokr.	-13,10	30,30	7,9202	0,0098	-0,8029
Legnica	10,6130	10,40	7,40	-12,30	29,20	7,6469	-0,0376	-0,7543
Leszno	10,2250	9,80	4,50	-12,50	29,40	7,6983	-0,0042	-0,7741
Wrocław	10,9975	10,70	5,20	-12,80	29,40	7,7771	-0,0299	-0,8065

<sup>12</sup> Kolejność stacji pogodowych w analizowanych tabelach wynika z numeracji tychże stacji w systemie IMGW.

Kalisz	10,3088	10,00	7,30	-13,00	29,80	7,9900	-0,0216	-0,7860
Wieluń	10,0998	9,80	6,20	-15,90	29,10	8,0051	-0,0408	-0,7587
Łódź	9,7079	9,30	4,10	-16,70	28,90	7,9841	-0,0781	-0,6668
Sulejów	9,5685	9,10	5,10	-17,40	28,20	8,0482	-0,0723	-0,6928
Kozienice	9,7579	9,30	8,10	-17,10	28,70	8,1218	-0,1229	-0,6631
Lublin	9,2533	8,90	5,70	-19,00	27,60	8,3414	-0,1154	-0,7265
Włodawa	9,4138	9,05	4,80	-19,40	27,40	8,4408	-0,1256	-0,7230
Jelenia Góra	8,9402	8,80	5,20	-15,10	27,00	7,5604	-0,1005	-0,6386
Śnieżka	2,0626	1,90	Wielokr.	-21,80	20,30	7,2769	0,0060	-0,6458
Kłodzko	9,1019	9,10	1,50	-15,30	27,30	7,5901	-0,1066	-0,7365
Opole	10,6186	10,40	5,00	-13,90	28,90	7,9550	-0,0531	-0,7715
Racibórz	10,2574	10,15	7,50	-14,30	28,10	7,8683	-0,0704	-0,7700
Częstochowa	9,8016	9,60	0,00	-17,80	28,60	8,2300	-0,0497	-0,7803
Katowice	9,8920	9,80	Wielokr.	-19,70	27,30	7,9929	-0,1149	-0,6714
Kraków	9,8600	9,70	10,90	-19,40	27,30	8,1489	-0,1073	-0,7243
Kielce	9,2012	8,90	-0,30	-20,10	27,20	8,2233	-0,0858	-0,7208
Tarnów	10,3178	10,30	Wielokr.	-19,00	28,30	8,2045	-0,1250	-0,6847
Rzeszów	9,9244	9,95	Wielokr.	-19,60	27,60	8,3332	-0,1453	-0,7197
Sandomierz	9,7176	9,40	0,00	-18,20	27,70	8,3855	-0,0857	-0,8193
Zamość	9,4547	9,30	0,00	-16,70	27,50	8,3358	-0,1786	-0,6791
Bielsko-Biała	9,9044	9,90	3,40	-18,00	28,60	7,9988	-0,1439	-0,6230
Zakopane	7,0575	7,30	16,10	-21,20	25,10	8,0017	-0,1764	-0,6656
Kasprowy Wierch	0,9198	1,00	2,20	-25,70	18,00	7,4705	-0,1261	-0,6455
Nowy Sącz	9,8282	9,80	16,20	-17,60	27,20	8,0758	-0,1600	-0,7033
Krosno	9,5049	9,80	6,80	-19,90	28,00	8,3039	-0,1676	-0,7541
Lesko	8,9855	9,40	16,00	-20,00	26,20	8,0893	-0,2147	-0,6798

Źródło: opracowanie własne.

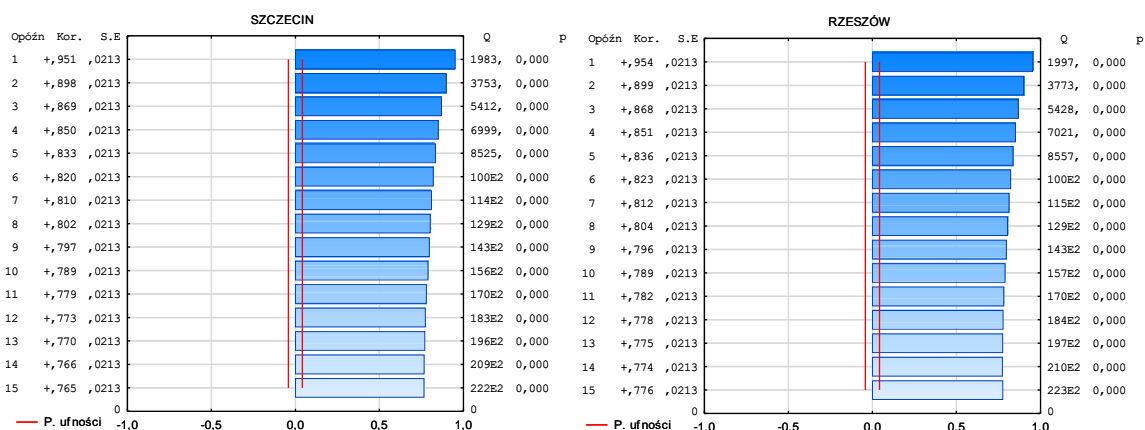
W analizie temperaturowych danych dziennych należy wykluczyć normalność rozkładu (Tabela 4.2). W przekroju kilku testów statystycznych wskazania są jednoznaczne. Badana własność pojawia się dopiero gdy, podobnie jak wyżej, dokonuje się analizy w przekroju miesięcy dla danych dobowych.

Tabela 4.2. Testy normalności rozkładów temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Doornika-Hansena	p-value	Shapiro-Wilka	p-value	Lillieforsa	p-value	Jarque-Bera	p-value
Kołobrzeg	62,6326	$2,509 \times 10^{-14}$	0,9817	$3,488 \times 10^{-16}$	0,0684	$\sim=0,000$	47,194	$5,649 \times 10^{-11}$
Koszalin	52,3592	$4,268 \times 10^{-12}$	0,9859	$7,103 \times 10^{-14}$	0,0568	$\sim=0,000$	41,102	$1,188 \times 10^{-09}$
Ustka	57,3693	$3,487 \times 10^{-13}$	0,9829	$1,411 \times 10^{-15}$	0,0624	$\sim=0,000$	44,191	$2,535 \times 10^{-10}$
Łeba	66,1595	$4,302 \times 10^{-15}$	0,9814	$2,499 \times 10^{-16}$	0,0687	$\sim=0,000$	49,989	$1,397 \times 10^{-11}$
Lębork	61,8722	$3,669 \times 10^{-14}$	0,9834	$2,696 \times 10^{-15}$	0,0597	$\sim=0,000$	47,350	$5,225 \times 10^{-11}$
Hel	113,6880	$2,056 \times 10^{-25}$	0,9719	$2,608 \times 10^{-20}$	0,0746	$\sim=0,000$	77,967	$1,174 \times 10^{-17}$
Gdańsk	67,8287	$1,867 \times 10^{-15}$	0,9794	$2,808 \times 10^{-17}$	0,0688	$\sim=0,000$	50,046	$1,357 \times 10^{-11}$
Elbląg	56,0220	$6,839 \times 10^{-13}$	0,9826	$9,712 \times 10^{-16}$	0,0578	$\sim=0,000$	42,833	$4,998 \times 10^{-10}$
Kętrzyn	60,3261	$7,950 \times 10^{-14}$	0,9811	$1,925 \times 10^{-16}$	0,0634	$\sim=0,000$	44,306	$2,393 \times 10^{-10}$
Suwałki	60,4946	$7,308 \times 10^{-14}$	0,9799	$5,010 \times 10^{-17}$	0,0620	$\sim=0,000$	43,542	$3,506 \times 10^{-10}$
Świnoujście	78,3999	$9,455 \times 10^{-18}$	0,9812	$1,961 \times 10^{-16}$	0,0573	$\sim=0,000$	57,656	$3,021 \times 10^{-13}$
Szczecin	69,2174	$9,324 \times 10^{-16}$	0,9843	$8,491 \times 10^{-15}$	0,0565	$\sim=0,000$	51,989	$5,138 \times 10^{-12}$
Piła	65,1077	$7,278 \times 10^{-15}$	0,9839	$5,282 \times 10^{-15}$	0,0552	$\sim=0,000$	49,443	$1,835 \times 10^{-11}$
Chojnice	62,1242	$3,235 \times 10^{-14}$	0,9830	$1,659 \times 10^{-15}$	0,0575	$\sim=0,000$	47,113	$5,883 \times 10^{-11}$
Toruń	66,2353	$4,142 \times 10^{-15}$	0,9836	$3,319 \times 10^{-15}$	0,0571	$\sim=0,000$	50,104	$1,319 \times 10^{-11}$
Mława	67,9546	$1,753 \times 10^{-15}$	0,9815	$2,735 \times 10^{-16}$	0,0596	$\sim=0,000$	50,356	$1,162 \times 10^{-11}$
Olsztyn	62,6214	$2,523 \times 10^{-14}$	0,9817	$3,312 \times 10^{-16}$	0,0621	$\sim=0,000$	46,411	$8,355 \times 10^{-11}$
Mikołajki	69,1598	$9,597 \times 10^{-16}$	0,9789	$1,839 \times 10^{-17}$	0,0636	$\sim=0,000$	49,266	$2,005 \times 10^{-11}$
Białystok	72,5433	$1,768 \times 10^{-16}$	0,9792	$2,302 \times 10^{-17}$	0,0678	$\sim=0,000$	50,024	$1,372 \times 10^{-11}$
Gorzów Wielkopolski	84,1116	$5,437 \times 10^{-19}$	0,9823	$7,024 \times 10^{-16}$	0,0556	$\sim=0,000$	61,127	$5,325 \times 10^{-14}$

Słubice	79,8159	4,658×10 <sup>-18</sup>	0,9844	9,937×10 <sup>-15</sup>	0,0510	≈0,000	58,388	2,095×10 <sup>-13</sup>
Poznań	75,3383	4,370×10 <sup>-17</sup>	0,9838	4,169×10 <sup>-15</sup>	0,0537	≈0,000	55,860	7,416×10 <sup>-13</sup>
Koło	81,1904	2,343×10 <sup>-18</sup>	0,9812	2,140×10 <sup>-16</sup>	0,0553	≈0,000	59,392	1,268×10 <sup>-13</sup>
Płock	76,3999	2,570×10 <sup>-17</sup>	0,9817	3,771×10 <sup>-16</sup>	0,0576	≈0,000	55,846	7,469×10 <sup>-13</sup>
Warszawa	77,4071	1,553×10 <sup>-17</sup>	0,9806	1,042×10 <sup>-16</sup>	0,0611	≈0,000	56,008	6,885×10 <sup>-13</sup>
Siedlce	66,8158	3,098×10 <sup>-15</sup>	0,9814	2,535×10 <sup>-16</sup>	0,0603	≈0,000	47,049	6,071×10 <sup>-11</sup>
Terespól	71,3596	3,195×10 <sup>-16</sup>	0,9798	4,293×10 <sup>-17</sup>	0,0644	≈0,000	49,582	1,712×10 <sup>-11</sup>
Zielona Góra	80,6292	3,102×10 <sup>-18</sup>	0,9837	3,973×10 <sup>-15</sup>	0,0511	≈0,000	59,059	1,498×10 <sup>-13</sup>
Legnica	70,6150	4,636×10 <sup>-16</sup>	0,9862	1,018×10 <sup>-13</sup>	0,0499	≈0,000	52,631	3,726×10 <sup>-12</sup>
Leszno	73,7466	9,685×10 <sup>-17</sup>	0,9849	2,002×10 <sup>-14</sup>	0,0502	≈0,000	54,877	1,212×10 <sup>-12</sup>
Wrocław	82,2769	1,361×10 <sup>-18</sup>	0,9839	5,543×10 <sup>-15</sup>	0,0518	≈0,000	59,871	9,984×10 <sup>-14</sup>
Kalisz	76,9458	1,956×10 <sup>-17</sup>	0,9833	2,339×10 <sup>-15</sup>	0,0548	≈0,000	56,742	4,770×10 <sup>-13</sup>
Wieluń	71,8229	2,534×10 <sup>-16</sup>	0,9834	2,805×10 <sup>-15</sup>	0,0545	≈0,000	53,328	2,630×10 <sup>-12</sup>
Łódź	56,9549	4,289×10 <sup>-13</sup>	0,9851	2,401×10 <sup>-14</sup>	0,0519	≈0,000	42,987	4,628×10 <sup>-10</sup>
Sulejów	61,2024	5,129×10 <sup>-14</sup>	0,9836	3,228×10 <sup>-15</sup>	0,0547	≈0,000	45,899	1,079×10 <sup>-10</sup>
Kozienice	63,9783	1,280×10 <sup>-14</sup>	0,9825	9,272×10 <sup>-16</sup>	0,0592	≈0,000	45,833	1,116×10 <sup>-10</sup>
Lublin	75,4905	4,049×10 <sup>-17</sup>	0,9801	5,922×10 <sup>-17</sup>	0,0594	≈0,000	53,213	2,786×10 <sup>-12</sup>
Włodawa	76,9923	1,911×10 <sup>-17</sup>	0,9791	2,209×10 <sup>-17</sup>	0,0590	≈0,000	53,649	2,240×10 <sup>-12</sup>
Jelenia Góra	55,1448	1,060×10 <sup>-12</sup>	0,9885	3,091×10 <sup>-12</sup>	0,0483	≈0,000	41,083	1,199×10 <sup>-09</sup>
Śnieżka	48,1204	3,555×10 <sup>-11</sup>	0,9892	9,389×10 <sup>-12</sup>	0,0449	≈0,000	38,261	4,917×10 <sup>-09</sup>
Kłodzko	75,9122	3,280×10 <sup>-17</sup>	0,9848	1,538×10 <sup>-14</sup>	0,0537	≈0,000	53,845	2,031×10 <sup>-12</sup>
Opole	75,8100	3,452×10 <sup>-17</sup>	0,9837	3,899×10 <sup>-15</sup>	0,0528	≈0,000	55,535	8,725×10 <sup>-13</sup>
Racibórz	77,4911	1,489×10 <sup>-17</sup>	0,9831	1,756×10 <sup>-15</sup>	0,0545	≈0,000	56,102	6,569×10 <sup>-13</sup>
Częstochowa	77,5210	1,467×10 <sup>-17</sup>	0,9819	4,794×10 <sup>-16</sup>	0,0566	≈0,000	56,654	4,986×10 <sup>-13</sup>
Katowice	63,9353	1,308×10 <sup>-14</sup>	0,9832	2,095×10 <sup>-15</sup>	0,0559	≈0,000	46,141	9,562×10 <sup>-11</sup>
Kraków	73,3453	1,184×10 <sup>-16</sup>	0,9817	3,544×10 <sup>-16</sup>	0,0599	≈0,000	52,261	4,483×10 <sup>-12</sup>
Kielce	68,8214	1,137×10 <sup>-15</sup>	0,9818	3,793×10 <sup>-16</sup>	0,0578	≈0,000	50,289	1,202×10 <sup>-11</sup>
Tarnów	68,7243	1,193×10 <sup>-15</sup>	0,9837	3,813×10 <sup>-15</sup>	0,0572	≈0,000	48,678	2,690×10 <sup>-11</sup>
Rzeszów	81,2142	2,315×10 <sup>-18</sup>	0,9802	6,849×10 <sup>-17</sup>	0,0635	≈0,000	55,167	1,049×10 <sup>-12</sup>
Sandomierz	91,9523	1,078×10 <sup>-20</sup>	0,9779	6,872×10 <sup>-18</sup>	0,0639	≈0,000	64,131	1,186×10 <sup>-14</sup>
Zamość	79,8993	4,468×10 <sup>-18</sup>	0,9792	4,170×10 <sup>-17</sup>	0,0618	≈0,000	52,463	4,054×10 <sup>-12</sup>
Bielsko-Biała	61,1749	5,201×10 <sup>-14</sup>	0,9875	6,762×10 <sup>-13</sup>	0,0505	≈0,000	43,167	4,231×10 <sup>-10</sup>
Zakopane	78,5493	8,775×10 <sup>-18</sup>	0,9841	6,490×10 <sup>-15</sup>	0,0529	≈0,000	51,976	5,170×10 <sup>-12</sup>
Kasprowy Wierch	61,2867	4,918×10 <sup>-14</sup>	0,9875	6,797×10 <sup>-13</sup>	0,0439	≈0,000	44,015	2,769×10 <sup>-10</sup>
Nowy Sącz	81,6881	1,827×10 <sup>-18</sup>	0,9829	1,420×10 <sup>-15</sup>	0,0626	≈0,000	54,668	1,346×10 <sup>-12</sup>
Krosno	96,0192	1,412×10 <sup>-21</sup>	0,9801	5,789×10 <sup>-17</sup>	0,0664	≈0,000	62,336	2,909×10 <sup>-14</sup>
Lesko	95,4370	1,888×10 <sup>-21</sup>	0,9801	6,205×10 <sup>-17</sup>	0,0635	≈0,000	59,191	1,402×10 <sup>-13</sup>

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.4. Funkcja autokorelacji dla dobowej temperatury powietrza dla miasta Szczecin i Rzeszów w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Efekt autokorelacji danych zdaje się być widoczny po analizie rysunku 4.4. Owszem, zobrazowano tutaj efekt autokorelacji jedynie dla miasta Szczecin i Rzeszów, jednak tendencja ta jest zachowana dla każdej innej rozpatrywanej stacji meteorologicznej.

Statystyki testu Ljunga-Boxa potwierdzają występowanie zjawiska korelacji w czasie, lecz gąśnie ono wykładniczo.

Kolejnym elementem poddanym analizie jest tzw. *usłonecznienie*, które rozumiane jest w tym wypadku jako sumaryczny czas (w godzinach) w ciągu doby, w którym na określone miejsce na powierzchni Ziemi pada promieniowanie słoneczne. Analiza podstawowych charakterystyk rozkładu (Tabela 4.3) pozwala na zaobserwowanie niewielkich stosunkowo asymetrii o różnym kierunku. Wartości miary koncentracji wskazują dodatkowo na znaczne spłaszczenie rozkładu (platokurtyczność).

Tabela 4.3. Wartości wybranych parametrów rozkładu usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w godz. w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Odczylenie standardowe	Skośność	Kurtoza
Kołobrzeg	6,8091	6,50	0,10	0,10	16,60	4,5393	0,1926	-1,1362
Koszalin	6,5344	6,20	0,10	0,10	16,30	4,5105	0,2807	-1,0323
Ustka	6,9044	6,40	0,10	0,10	16,90	4,7398	0,2344	-1,0915
Łeba	7,7054	7,70	3,90	0,10	16,00	4,4548	0,0019	-1,1036
Lębork	6,8358	6,40	0,10	0,10	18,00	4,4723	0,2564	-0,9964
Hel	7,5805	7,40	10,80	0,10	16,50	4,5210	0,0951	-1,1293
Gdańsk	7,2593	7,05	Wielokr.	0,10	15,50	4,2503	0,1032	-1,0585
Elbląg	8,4552	8,70	6,60	0,10	16,00	4,3283	-0,1962	-0,9371
Kętrzyn	7,6142	7,60	7,50	0,10	16,50	4,2758	0,0595	-0,9654
Suwałki	7,0607	7,15	0,10	0,10	15,90	4,2641	0,0668	-1,1117
Świnoujście	7,8485	8,00	Wielokr.	0,10	16,30	4,3063	-0,0296	-1,0608
Szczecin	7,4985	7,65	10,10	0,10	15,30	4,2000	-0,0362	-1,0931
Piła	7,3778	7,45	6,90	0,10	16,30	4,2211	0,0455	-1,0004
Chojnice	7,3985	7,40	0,10	0,10	16,10	4,2576	0,0806	-1,0164
Toruń	7,3469	7,20	3,50	0,10	16,30	4,2161	0,1325	-1,0218
Mława	6,4463	6,20	0,20	0,10	16,10	4,2502	0,2528	-1,0183
Olsztyn*	-	-	-	-	-	-	-	-
Mikołajki	8,1485	8,50	Wielokr.	0,10	16,00	4,2869	-0,1251	-1,0392
Białystok	8,1403	8,50	11,40	0,10	15,80	4,2144	-0,1634	-1,0392
Gorzów Wielkopolski	7,7397	7,80	Wielokr.	0,10	16,20	4,2240	-0,0107	-0,9994
Ślubice	8,3230	8,50	10,10	0,10	16,10	4,0481	-0,1735	-0,9004
Poznań	8,5372	8,80	Wielokr.	0,10	16,70	4,0934	-0,1097	-0,9550
Koto	8,3746	8,80	13,40	0,10	15,50	3,7850	-0,2840	-0,9035
Płock	8,1338	8,30	10,40	0,10	15,80	3,9687	-0,1252	-0,9834
Warszawa	7,3302	7,15	10,10	0,10	18,00	4,0356	0,0868	-1,0071
Siedlce	8,6042	8,90	8,90	0,10	15,50	3,8965	-0,3099	-0,9056
Terespol	8,5713	8,90	8,70	0,10	15,70	4,1930	-0,3318	-0,9362
Zielona Góra	8,6009	8,90	5,80	0,10	15,60	3,8722	-0,2468	-0,8061
Legnica	8,9283	9,10	11,20	0,20	15,90	3,7512	-0,2430	-0,7654
Leszno	8,6297	8,80	11,60	0,10	16,00	3,8115	-0,1834	-0,8038
Wrocław	9,0133	9,40	9,80	0,30	15,50	3,5337	-0,3003	-0,7340
Kalisz	8,0152	8,00	11,40	0,10	15,70	3,9928	-0,0817	-0,9163
Wieluń	8,3210	8,70	10,80	0,10	15,50	3,8486	-0,1580	-0,9265
Łódź	8,4528	8,70	12,00	0,10	16,00	3,9437	-0,1833	-0,8679
Sulejów	8,8405	9,20	11,90	0,10	16,00	3,7062	-0,2696	-0,7847
Kozienice	8,5290	8,90	8,60	0,10	15,80	3,7685	-0,2774	-0,8604
Lublin	8,3768	8,90	10,90	0,20	15,30	3,8773	-0,2924	-0,9070
Włodawa	8,0892	8,70	12,00	0,10	16,00	4,1384	-0,2316	-0,9851
Jelenia Góra	8,7488	9,10	11,60	0,10	15,00	3,5906	-0,3430	-0,7047
Śnieżka	6,8633	6,70	6,60	0,10	15,40	3,9856	0,1443	-0,9974
Kłodzko	8,2250	8,50	5,60	0,10	15,00	3,7238	-0,2022	-0,8860
Opole	8,6315	9,00	9,60	0,10	15,40	3,5932	-0,3266	-0,7133
Racibórz	8,7778	9,20	11,40	0,10	15,60	3,7331	-0,3694	-0,7010

Częstochowa	8,1703	8,40	8,00	0,10	15,00	3,5050	-0,2545	-0,8333
Katowice	7,9721	8,20	Wielokr.	0,10	15,30	3,7566	-0,2291	-0,8814
Kraków*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kielce	6,9580	7,00	Wielokr.	0,10	14,80	3,9957	0,0249	-1,0690
Tarnów	7,2346	6,90	Wielokr.	0,10	14,40	3,9683	0,0305	-1,1055
Rzeszów	6,9069	6,90	Wielokr.	0,10	14,50	3,5881	-0,1651	-1,0093
Sandomierz	6,7646	7,00	7,00	0,10	15,00	4,0133	0,1019	-1,0267
Zamość*	-	-	-	-	-	-	-	-
Bielsko-Biała	7,2084	7,40	8,10	0,10	15,10	3,6812	-0,1093	-1,0012
Zakopane	6,9536	6,80	6,20	0,10	14,40	3,3984	0,0416	-0,7814
Kasprowy Wierch	5,9448	5,80	0,10	0,10	15,80	3,9428	0,2807	-0,8849
Nowy Sącz	8,0328	8,00	7,80	0,10	15,30	3,5573	-0,1017	-0,7633
Krosno	8,0538	8,40	9,40	0,10	15,40	3,8271	-0,2318	-0,8827
Lesko	7,5914	7,90	9,10	0,10	15,20	3,8383	-0,1689	-0,8631

\* brak danych dla stacji.

Źródło: opracowanie własne.

Rozpatrując charakter rozkładu analizowanej cechy, należy również i w tym wypadku stwierdzić wyraźny brak tzw. normalności. Ocena zjawiska w przekroju kilku testów statystycznych (Tabela 4.4) daje jednoznaczne wskazania.

Tabela 4.4. Testy normalności rozkładów usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

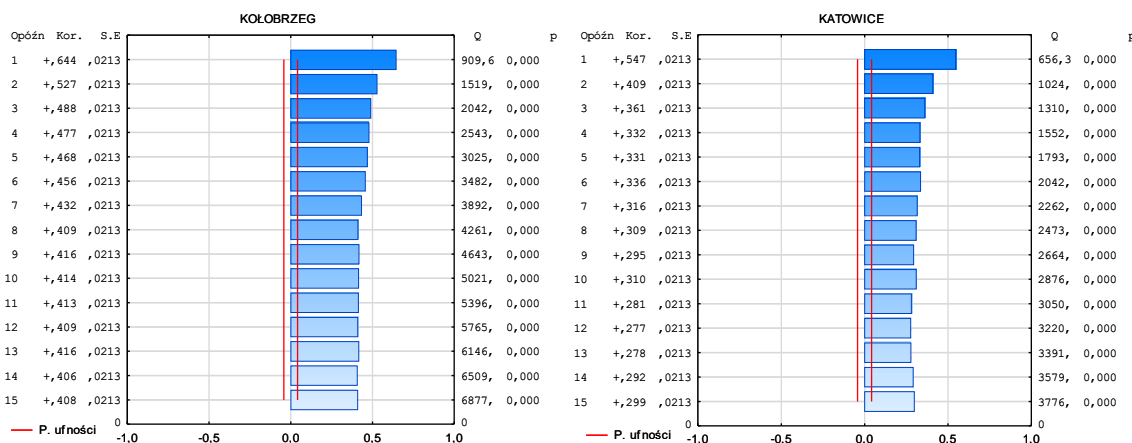
	Doorknika-Hansena	p-value	Shapiro-Wilka	p-value	Lillieforsa	p-value	Jarque-Bera	p-value
Kotobrzeg	204,371	4,181×10 <sup>-45</sup>	0,9510	5,656×10 <sup>-24</sup>	0,0759	≈0,000	107,306	4,996×10 <sup>-24</sup>
Koszalin	208,984	4,165×10 <sup>-46</sup>	0,9505	5,902×10 <sup>-24</sup>	0,0768	≈0,000	101,819	7,769×10 <sup>-23</sup>
Ustka	207,736	7,775×10 <sup>-46</sup>	0,9491	1,992×10 <sup>-24</sup>	0,0755	≈0,000	105,463	1,256×10 <sup>-23</sup>
Łeba	199,999	3,722×10 <sup>-44</sup>	0,9481	1,059×10 <sup>-24</sup>	0,0741	≈0,000	109,277	1,865×10 <sup>-24</sup>
Lębork	181,506	3,859×10 <sup>-40</sup>	0,9436	7,494×10 <sup>-22</sup>	0,0890	≈0,000	79,895	4,488×10 <sup>-18</sup>
Hel	215,568	1,548×10 <sup>-47</sup>	0,9485	1,711×10 <sup>-24</sup>	0,0775	≈0,000	110,941	8,120×10 <sup>-25</sup>
Gdańsk	193,599	9,130×10 <sup>-43</sup>	0,9525	9,001×10 <sup>-24</sup>	0,0704	≈0,000	103,298	3,707×10 <sup>-23</sup>
Elbląg	182,063	2,925×10 <sup>-40</sup>	0,9510	9,178×10 <sup>-24</sup>	0,0767	≈0,000	101,337	9,885×10 <sup>-23</sup>
Kętrzyn	211,674	1,085×10 <sup>-46</sup>	0,9462	4,515×10 <sup>-24</sup>	0,0842	≈0,000	98,540	4,002×10 <sup>-22</sup>
Suwałki	204,264	4,413×10 <sup>-45</sup>	0,9479	2,425×10 <sup>-23</sup>	0,0847	≈0,000	99,127	2,983×10 <sup>-22</sup>
Świnoujście	197,409	1,358×10 <sup>-43</sup>	0,9477	8,816×10 <sup>-24</sup>	0,0866	≈0,000	101,396	9,596×10 <sup>-23</sup>
Szczecin	217,511	5,863×10 <sup>-48</sup>	0,9466	7,520×10 <sup>-25</sup>	0,0852	≈0,000	109,079	2,059×10 <sup>-24</sup>
Piła	184,801	7,431×10 <sup>-41</sup>	0,9505	2,326×10 <sup>-23</sup>	0,0800	≈0,000	95,324	1,997×10 <sup>-21</sup>
Chojnice	206,963	1,144×10 <sup>-45</sup>	0,9506	7,779×10 <sup>-24</sup>	0,0829	≈0,000	102,005	7,079×10 <sup>-23</sup>
Toruń	237,708	2,411×10 <sup>-52</sup>	0,9467	7,338×10 <sup>-25</sup>	0,0913	≈0,000	109,625	1,567×10 <sup>-24</sup>
Mława	253,187	1,050×10 <sup>-55</sup>	0,9412	4,263×10 <sup>-25</sup>	0,0938	≈0,000	107,234	5,182×10 <sup>-24</sup>
Olsztyn*	-	-	-	-	-	-	-	-
Mikotajki	219,328	2,363×10 <sup>-48</sup>	0,9449	5,475×10 <sup>-25</sup>	0,0846	≈0,000	109,558	1,620×10 <sup>-24</sup>
Białystok	200,712	2,605×10 <sup>-44</sup>	0,9475	7,220×10 <sup>-24</sup>	0,0777	≈0,000	105,389	1,303×10 <sup>-23</sup>
Gorzów Wielkopolski	215,097	1,959×10 <sup>-47</sup>	0,9480	1,488×10 <sup>-24</sup>	0,0830	≈0,000	103,641	3,123×10 <sup>-23</sup>
Słubice	168,751	2,271×10 <sup>-37</sup>	0,9554	2,359×10 <sup>-22</sup>	0,0736	≈0,000	93,795	4,291×10 <sup>-21</sup>
Poznań	168,347	2,779×10 <sup>-37</sup>	0,9591	4,593×10 <sup>-21</sup>	0,0681	≈0,000	88,948	4,843×10 <sup>-20</sup>
Koło	190,071	5,332×10 <sup>-42</sup>	0,9479	1,685×10 <sup>-23</sup>	0,0755	≈0,000	104,396	2,142×10 <sup>-23</sup>
Płock	185,123	6,324×10 <sup>-41</sup>	0,9498	4,053×10 <sup>-23</sup>	0,0778	≈0,000	97,769	5,883×10 <sup>-22</sup>
Warszawa	223,108	3,569×10 <sup>-49</sup>	0,9468	6,160×10 <sup>-24</sup>	0,0834	≈0,000	101,778	7,928×10 <sup>-23</sup>
Siedlce	189,257	8,004×10 <sup>-42</sup>	0,9518	1,708×10 <sup>-23</sup>	0,0687	≈0,000	107,658	4,192×10 <sup>-24</sup>
Terespol	197,250	1,471×10 <sup>-43</sup>	0,9473	2,479×10 <sup>-24</sup>	0,0770	≈0,000	110,133	1,216×10 <sup>-24</sup>
Zielona Góra	183,935	1,145×10 <sup>-40</sup>	0,9533	6,417×10 <sup>-24</sup>	0,0798	≈0,000	104,337	2,205×10 <sup>-23</sup>
Legnica	174,265	1,442×10 <sup>-38</sup>	0,9576	1,179×10 <sup>-22</sup>	0,0693	≈0,000	98,408	4,274×10 <sup>-22</sup>
Leszno	149,889	2,831×10 <sup>-33</sup>	0,9599	9,891×10 <sup>-22</sup>	0,0706	≈0,000	87,303	1,103×10 <sup>-19</sup>
Wrocław	177,335	3,107×10 <sup>-39</sup>	0,9561	2,940×10 <sup>-23</sup>	0,0689	≈0,000	103,980	2,636×10 <sup>-23</sup>
Kalisz	206,962	1,145×10 <sup>-45</sup>	0,9508	9,179×10 <sup>-24</sup>	0,0782	≈0,000	101,090	1,118×10 <sup>-22</sup>

Wieluń	169,830	$1,324 \times 10^{-37}$	0,9566	$8,404 \times 10^{-22}$	0,0717	~0,000	88,112	$7,357 \times 10^{-20}$
Łódź	198,853	$6,602 \times 10^{-44}$	0,9503	$4,683 \times 10^{-24}$	0,0805	~0,000	105,627	$1,157 \times 10^{-23}$
Sulejów	172,956	$2,774 \times 10^{-38}$	0,9541	$4,911 \times 10^{-23}$	0,0700	~0,000	100,430	$1,555 \times 10^{-22}$
Kozienice	176,166	$5,572 \times 10^{-39}$	0,9564	$1,051 \times 10^{-22}$	0,0664	~0,000	101,835	$7,707 \times 10^{-23}$
Lublin	156,803	$8,926 \times 10^{-35}$	0,9530	$1,375 \times 10^{-21}$	0,0702	~0,000	90,569	$2,153 \times 10^{-20}$
Włodawa	184,471	$8,762 \times 10^{-41}$	0,9519	$4,086 \times 10^{-23}$	0,0767	~0,000	104,143	$2,429 \times 10^{-23}$
Jelenia Góra	169,023	$1,981 \times 10^{-37}$	0,9605	$2,347 \times 10^{-22}$	0,0652	~0,000	99,961	$1,966 \times 10^{-22}$
Śnieżka	183,573	$1,372 \times 10^{-40}$	0,9550	$4,316 \times 10^{-22}$	0,0786	~0,000	86,804	$1,415 \times 10^{-19}$
Kłodzko	220,935	$1,058 \times 10^{-48}$	0,9475	$6,219 \times 10^{-25}$	0,0752	~0,000	113,024	$2,864 \times 10^{-25}$
Opole	181,093	$4,744 \times 10^{-40}$	0,9549	$2,508 \times 10^{-23}$	0,0803	~0,000	104,353	$2,188 \times 10^{-23}$
Racibórz	167,520	$4,202 \times 10^{-37}$	0,9579	$3,513 \times 10^{-22}$	0,0652	~0,000	98,279	$4,559 \times 10^{-22}$
Częstochowa	160,885	$1,159 \times 10^{-35}$	0,9571	$4,727 \times 10^{-22}$	0,0747	~0,000	95,215	$2,110 \times 10^{-21}$
Katowice	201,330	$1,913 \times 10^{-44}$	0,9501	$4,433 \times 10^{-24}$	0,0786	~0,000	108,611	$2,603 \times 10^{-24}$
Kraków*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kielce	175,148	$9,271 \times 10^{-39}$	0,9561	$8,219 \times 10^{-23}$	0,0658	~0,000	99,982	$1,946 \times 10^{-22}$
Tarnów	154,670	$2,593 \times 10^{-34}$	0,9579	$4,235 \times 10^{-22}$	0,0685	~0,000	93,503	$4,966 \times 10^{-21}$
Rzeszów	42,896	$4,843 \times 10^{-10}$	0,9465	$8,169 \times 10^{-11}$	0,0924	~0,000	24,293	$5,306 \times 10^{-06}$
Sandomierz	168,438	$2,656 \times 10^{-37}$	0,9556	$1,964 \times 10^{-22}$	0,0668	~0,000	99,013	$3,159 \times 10^{-22}$
Zamość*	-	-	-	-	-	-	-	-
Bielsko-Biała	176,687	$4,294 \times 10^{-39}$	0,9545	$1,393 \times 10^{-22}$	0,0717	~0,000	98,635	$3,816 \times 10^{-22}$
Zakopane	138,916	$6,834 \times 10^{-31}$	0,9629	$4,407 \times 10^{-21}$	0,0679	~0,000	80,321	$3,618 \times 10^{-18}$
Kasprowy Wierch	228,350	$2,597 \times 10^{-50}$	0,9461	$1,454 \times 10^{-24}$	0,0901	~0,000	98,415	$4,261 \times 10^{-22}$
Nowy Sącz	137,534	$1,364 \times 10^{-30}$	0,9649	$1,345 \times 10^{-20}$	0,0675	~0,000	85,017	$3,458 \times 10^{-19}$
Krosno	172,128	$4,197 \times 10^{-38}$	0,9526	$5,804 \times 10^{-23}$	0,0699	~0,000	100,003	$1,926 \times 10^{-22}$
Lesko	169,797	$1,346 \times 10^{-37}$	0,9534	$2,266 \times 10^{-23}$	0,0762	~0,000	99,046	$3,107 \times 10^{-22}$

\* brak danych dla stacji.

Źródło: opracowanie własne.

Charakter zjawiska autokorelacji (Rysunek 4.5) pokrywa się ze spostrzeżeniami poczynionymi przy omawianiu czynnika temperaturowego. Dotyczy to również ewentualnej analizy tego zjawiska dla danych dobowych, lecz w przekroju poszczególnych miesięcy. Wówczas rysuje się wyraźna sezonowość co w pewnym sensie jest intuicyjne i związane również z porami roku. Oczywiście poczynione w tym wypadku obserwacje odnoszą się także do pozostałych rozpatrywanych stacji meteorologicznych, a nie tylko do dwóch zaprezentowanych na poniższym rysunku.

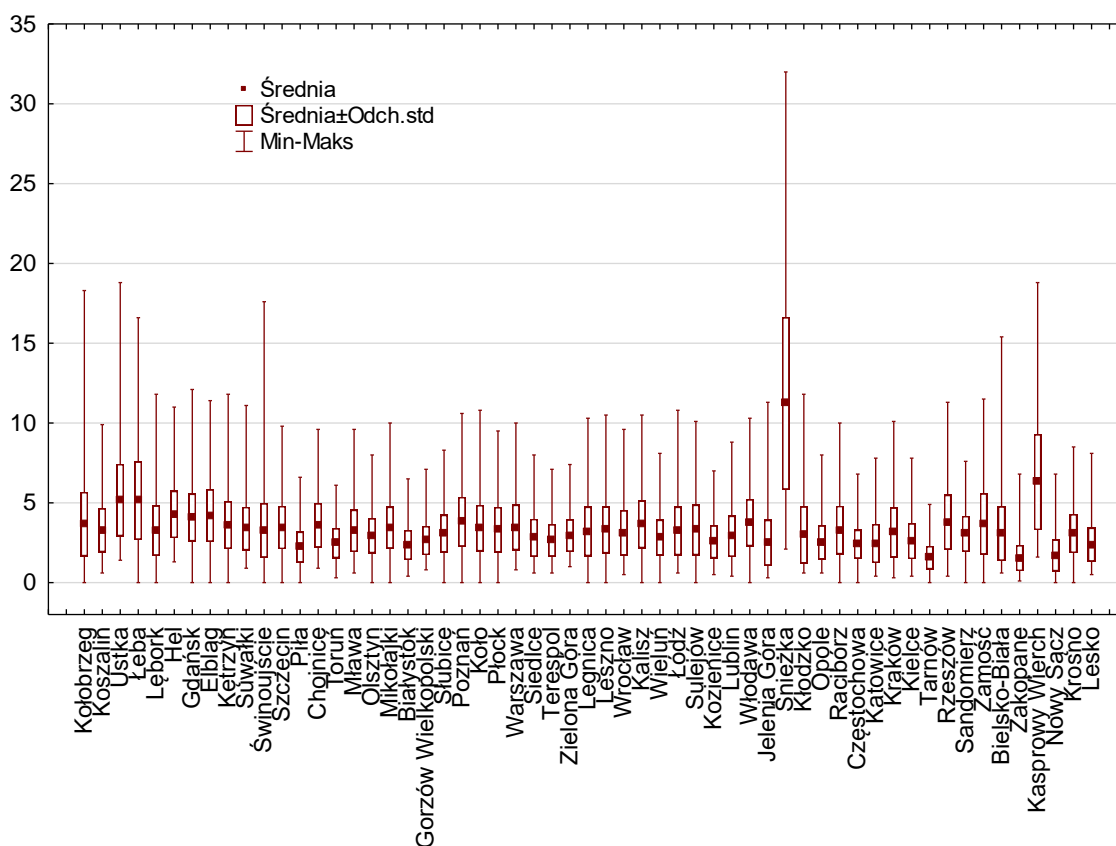


Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla dobowych wartości usłonecznienia dla miasta Kołobrzeg i Katowice w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wariancji daje efekty analogiczne jak w przypadku czynnika temperaturowego.

*Prędkość wiatru* to czynnik pogodowy, który ma równie istotne znaczenie w analizie danych meteorologicznych. Już po wstępnej analizie rysuje się jego odmienny charakter w stosunku do wcześniej rozpatrywanych czynników. Wydaje się, że wiele w tym wypadku mówi poniższa prezentacja graficzna (Rysunek 4.6). Wyraźnie daje się bowiem zauważyć znaczna prawostronna asymetria rozkładu co wyklucza całkowicie jego normalność. Najbardziej odpowiednim przybliżeniem w tym wypadku zdaje się być rozkład Weibulla. W przypadku prędkości wiatru ten rodzaj rozkładu jest wymieniany w literaturze przedmiotu jako najbardziej trafny (Dutton, 2002) (Leroy, 2004) (Wais, 2016). Co do analizy zakresu danych (rozstępu) wyraźnie należy wyszczególnić obserwacje pochodzące z górskich stacji meteorologicznych (Śnieżka, Zakopane) oraz zakres stacji typowo nadmorskich.



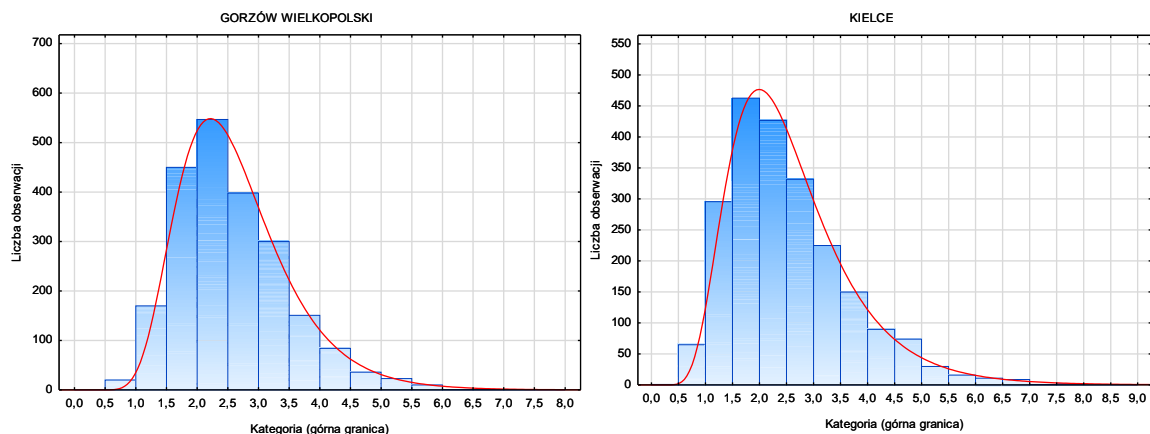
Rysunek 4.6. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych prędkości wiatru [m/s] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Po przeprowadzonym badaniu statystycznym polegającym na dopasowaniu empirycznych rozkładów analizowanego czynnika do rozkładów log-normalnego, Gamma czy Weibulla literaturowe spostrzeżenia dają się potwierdzać (Rysunek 4.7). Wartości statystyk dla testu Cramera von Misesa oraz Andersona-Darlinga zdają się tylko utwierdzać to przekonanie.

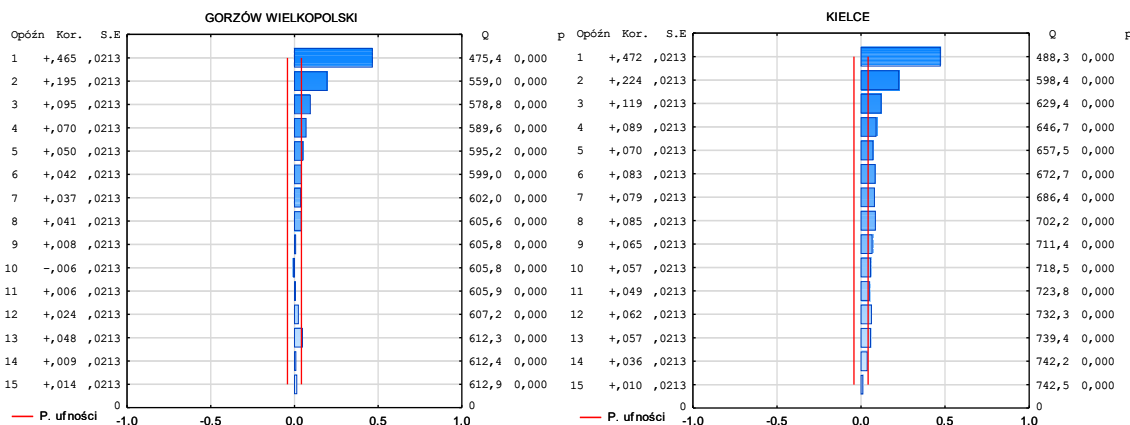
Analiza autokorelacji, w przypadku prędkości wiatru, wskazuje na dużo szybsze gaśnięcie efektu zależności w czasie, w stosunku do analogicznych analiz czynnika temperaturowego czy też usłonecznienia (Rysunek 4.8).





Rysunek 4.7. Rozkład przeciętnej dobowej prędkości wiatru w Gorzowie Wielkopolskim oraz Kielcach w latach 2015-2020 wraz z dopasowaną krzywą rozkładu Weibulla.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.8. Funkcja autokorelacji dla dobowej prędkości wiatru dla miasta Gorzów Wielkopolski oraz Kielce w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Korzystając z testowania za pomocą testu Breuscha-Pagana (1979), należy i w tym wypadku odrzucić hipotezę o stałości wariancji bezwarunkowej.

*Cisnienie* to kolejny czynnik, który warto rozważyć w kontekście ewentualnego wpływu na nastrój inwestorów, a co za tym idzie na ich decyzje inwestycyjne. Statystyki opisowe średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla poszczególnych stacji meteorologicznych obrazuje poniższa tabela (Tabela 4.5). Mimo, iż zakresy zmian tegoż czynnika w przekroju stacji pogodowych są do siebie zbliżone (różnice nie są istotne), zauważalna jest dodatnia wartość współczynnika koncentracji, co świadczy o wyższym szczycie funkcji gęstości w porównaniu z rozkładem normalnym (leptokurtyczność). Ponadto wraz z analizą stacji meteorologicznych coraz bardziej oddalonych od morza wzrasta przeciętna wartość ciśnienia co też jest rzeczą naturalną. W tej samej analizie widać wyraźne zmniejszenie typowego przedziału zmienności. Co za tym idzie, w przypadku stacji pogodowych, wyżej usytuowanych ewentualny zakres zmian ciśnienia jest znacznie mniejszy niż w przypadku stacji nadmorskich (położonych na terenach nizinnych). Badanie zmienności zjawiska

w przekroju miesięcy daje dodatkowe spostrzeżenie o zwiększonej dyspersji w miesiącach chłodnych i odwrotnej tendencji w miesiącach ciepłych.

Tabela 4.5. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Średnia	Mediana	Moda	Minimum	Maksimum	Odczylenie standardowe	Skosność	Kurtოza
Kotłbrzeg	1015,2203	1015,80	1012,90	975,10	1043,90	9,5036	-0,3230	0,4956
Koszalin	1015,3225	1015,85	1017,40	975,10	1044,10	9,4509	-0,3068	0,4965
Ustka	1014,9839	1015,50	Wielokr.	974,40	1043,40	9,5330	-0,3103	0,4962
Łeba	1015,0019	1015,40	1017,00	974,50	1043,20	9,5861	-0,2953	0,4898
Lębork	1014,9275	1015,30	1015,30	974,90	1043,20	9,4952	-0,2772	0,4876
Hel	1015,1383	1015,50	1019,10	974,90	1042,90	9,4592	-0,2673	0,5154
Gdańsk	1015,2179	1015,50	Wielokr.	975,40	1043,20	9,3532	-0,2536	0,5183
Elbląg	1015,4960	1015,70	1013,90	975,80	1043,50	9,2796	-0,2381	0,5305
Kętrzyn	1015,5163	1015,65	1017,30	976,30	1043,90	9,1646	-0,1696	0,5473
Suwałki	1015,7379	1015,70	1018,80	977,00	1045,40	9,1531	-0,1030	0,5738
Świnoujście	1015,3921	1015,90	1016,20	974,80	1044,00	9,5213	-0,3324	0,4838
Szczecin	1015,6567	1016,00	1014,30	974,90	1044,60	9,2983	-0,3058	0,5127
Piła	1015,8648	1016,10	1017,10	977,00	1045,10	9,0847	-0,2500	0,5201
Chojnice	1015,7977	1016,10	1016,50	976,30	1044,90	9,2175	-0,2560	0,5155
Toruń	1016,0068	1016,20	1014,80	977,80	1045,10	8,9446	-0,1983	0,5151
Mława	1016,1064	1016,10	1017,60	977,80	1044,70	8,8847	-0,1446	0,5339
Olsztyn	1015,7750	1015,90	Wielokr.	976,60	1044,10	9,1023	-0,1816	0,5296
Mikołajki	1015,8591	1015,90	1014,80	976,80	1044,50	9,0776	-0,1427	0,5528
Białystok	1016,1921	1016,10	1018,00	977,70	1045,30	8,8185	-0,0594	0,5858
Gorzów Wielkopolski	1015,9875	1016,25	1014,50	975,70	1045,10	9,0356	-0,2678	0,5333
Słubice	1016,1837	1016,40	1018,00	975,30	1045,00	9,0078	-0,2702	0,5287
Poznań	1016,2790	1016,40	1014,60	977,00	1045,40	8,8639	-0,2219	0,5364
Koto	1016,2938	1016,35	1013,50	979,10	1045,40	8,7256	-0,1603	0,5040
Płock	1016,1628	1016,20	Wielokr.	978,50	1044,90	8,7609	-0,1509	0,5351
Warszawa	1016,3990	1016,35	1016,80	979,20	1044,70	8,5878	-0,0873	0,5254
Siedlce	1016,4787	1016,30	1016,30	978,90	1044,30	8,5612	-0,0485	0,5532
Terespol	1016,5686	1016,30	1017,90	979,00	1044,90	8,5144	0,0131	0,5798
Zielona Góra	1016,4504	1016,60	Wielokr.	976,30	1045,20	8,7995	-0,2340	0,5514
Legnica	1016,7430	1016,85	Wielokr.	976,90	1045,70	8,6182	-0,2004	0,5688
Leszno	1016,5776	1016,70	1014,40	977,20	1045,50	8,7393	-0,2075	0,5461
Wrocław	1016,8226	1016,90	Wielokr.	977,80	1045,60	8,5360	-0,1699	0,5477
Kalisz	1016,5304	1016,60	1015,10	978,70	1045,60	8,6192	-0,1636	0,5257
Wieluń	1016,7915	1016,80	Wielokr.	979,60	1045,30	8,4533	-0,1228	0,5241
Łódź	1016,6713	1016,75	1017,10	980,30	1045,30	8,5320	-0,1239	0,5136
Sulejów	1016,7807	1016,75	1012,50	980,40	1045,10	8,4177	-0,0911	0,5174
Kozienice	1016,6385	1016,40	1018,30	979,80	1044,60	8,4225	-0,0422	0,5298
Lublin	1016,9668	1016,80	1016,90	980,30	1044,30	8,3027	0,0026	0,5345
Włodawa	1016,7577	1016,50	1014,80	979,70	1044,50	8,3812	0,0320	0,5608
Jelenia Góra	1017,3923	1017,50	1019,30	977,30	1046,40	8,6504	-0,2055	0,5703
Śnieżka*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kłodzko	1017,6804	1017,60	1018,70	978,30	1046,30	8,4903	-0,1359	0,5308
Opole	1017,1591	1017,10	1015,80	979,10	1045,70	8,3992	-0,1036	0,5091
Racibórz	1017,4922	1017,40	Wielokr.	979,80	1045,70	8,2556	-0,0757	0,5092
Częstochowa	1016,8390	1016,80	Wielokr.	980,20	1045,40	8,3183	-0,0400	0,4342
Katowice	1017,4347	1017,30	1017,10	980,30	1045,30	8,2408	-0,0574	0,5070
Kraków	1017,4449	1017,20	1016,90	980,70	1045,10	8,1949	-0,0330	0,5054
Kielce	1017,2278	1017,10	1013,50	981,50	1045,00	8,2640	-0,0353	0,5057
Tarnów	1017,3645	1017,10	1014,00	982,10	1044,70	8,1372	0,0002	0,4961
Rzeszów	1017,3563	1017,05	1015,60	982,10	1044,00	8,0648	0,0414	0,4944
Sandomierz	1017,0603	1016,90	Wielokr.	981,20	1044,30	8,2332	0,0033	0,4959
Zamość	1017,1976	1016,90	Wielokr.	986,60	1044,10	8,0728	0,1107	0,3413
Bielsko-Biała	1017,5568	1017,40	1016,10	979,60	1045,50	8,2041	-0,0719	0,5466

Zakopane*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasprowy Wierch*	-	-	-	-	-	-	-	-
Nowy Sącz	1017,6497	1017,40	Wielokr.	982,10	1044,80	8,1179	0,0048	0,4790
Krosno	1017,7020	1017,50	Wielokr.	982,90	1044,10	8,0054	0,0480	0,4812
Lesko	1017,8542	1017,60	1015,80	983,00	1043,80	7,9592	0,0654	0,4806

\* brak danych dla stacji.

Źródło: opracowanie własne.

Spostrzeżenie zwiększonej koncentracji wokół wartości przeciętnych znajduje odzwierciedlenie w badaniu ewentualnej normalności rozkładu (Tabela 4.6). Analizując wartości statystyk poszczególnych testów również można dopatrzeć się pewnej tendencji. Mimo bowiem ogólnego braku normalności rozkładów wraz z oddalaniem się od terenów nadmorskich widoczne jest coraz większe zbliżanie się rozkładów ciśnienia do normalnego. Mniejsze stosunkowo wartości kurtozy oraz zważanie typowych przedziałów zmienności potwierdzają również niniejsze spostrzeżenie.

Tabela 4.6. Testy normalności rozkładów średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Doornika-Hansena	p-value	Shapiro-Wilka	p-value	Lillieforsa	p-value	Jarque-Bera	p-value
Kołobrzeg	39,478	2,674×10 <sup>-09</sup>	0,9920	1,612×10 <sup>-09</sup>	0,0408	≈=0,000	60,025	9,237×10 <sup>-14</sup>
Koszalin	37,198	8,366×10 <sup>-09</sup>	0,9924	3,287×10 <sup>-09</sup>	0,0379	≈=0,000	56,522	5,325×10 <sup>-13</sup>
Ustka	37,684	6,561×10 <sup>-09</sup>	0,9921	1,861×10 <sup>-09</sup>	0,0410	≈=0,000	57,281	3,644×10 <sup>-13</sup>
Łeba	35,319	2,140×10 <sup>-08</sup>	0,9925	4,089×10 <sup>-09</sup>	0,0375	≈=0,000	53,295	2,673×10 <sup>-12</sup>
Łębork	32,617	8,264×10 <sup>-08</sup>	0,9930	1,262×10 <sup>-08</sup>	0,0392	≈=0,000	48,791	2,542×10 <sup>-11</sup>
Hel	33,159	6,302×10 <sup>-08</sup>	0,9931	1,379×10 <sup>-08</sup>	0,0379	≈=0,000	49,983	1,400×10 <sup>-11</sup>
Gdańsk	31,919	1,171×10 <sup>-07</sup>	0,9934	2,658×10 <sup>-08</sup>	0,0342	≈=0,000	47,627	4,548×10 <sup>-11</sup>
Elbląg	31,203	1,676×10 <sup>-07</sup>	0,9938	5,668×10 <sup>-08</sup>	0,0346	≈=0,000	46,016	1,018×10 <sup>-10</sup>
Kętrzyn	27,886	8,801×10 <sup>-07</sup>	0,9949	8,694×10 <sup>-07</sup>	0,0293	≈=0,000	37,425	7,469×10 <sup>-09</sup>
Suwałki	27,661	9,848×10 <sup>-07</sup>	0,9956	4,744×10 <sup>-06</sup>	0,0272	≈=0,000	33,524	5,252×10 <sup>-08</sup>
Świnoujście	40,665	1,478×10 <sup>-09</sup>	0,9919	1,338×10 <sup>-09</sup>	0,0409	≈=0,000	61,226	5,069×10 <sup>-14</sup>
Szczecin	37,647	6,682×10 <sup>-09</sup>	0,9927	5,979×10 <sup>-09</sup>	0,0417	≈=0,000	57,775	2,846×10 <sup>-13</sup>
Piła	31,558	1,404×10 <sup>-07</sup>	0,9938	5,927×10 <sup>-08</sup>	0,0354	≈=0,000	46,951	6,379×10 <sup>-11</sup>
Chojnice	32,014	1,117×10 <sup>-07</sup>	0,9936	3,584×10 <sup>-08</sup>	0,0365	≈=0,000	47,817	4,138×10 <sup>-11</sup>
Toruń	27,394	1,125×10 <sup>-06</sup>	0,9947	5,068×10 <sup>-07</sup>	0,0314	≈=0,000	38,229	4,998×10 <sup>-09</sup>
Mława	25,907	2,368×10 <sup>-06</sup>	0,9954	3,013×10 <sup>-06</sup>	0,0338	≈=0,000	33,286	5,914×10 <sup>-08</sup>
Elżmłyn	27,311	1,173×10 <sup>-06</sup>	0,9949	7,474×10 <sup>-07</sup>	0,0317	≈=0,000	37,260	8,110×10 <sup>-09</sup>
Mikołajki	27,197	1,243×10 <sup>-06</sup>	0,9953	2,253×10 <sup>-06</sup>	0,0297	≈=0,000	34,943	2,584×10 <sup>-08</sup>
Białystok	27,922	8,646×10 <sup>-07</sup>	0,9958	7,829×10 <sup>-06</sup>	0,0245	≈=0,000	32,200	1,018×10 <sup>-07</sup>
Gorzów Wielkopolski	34,078	3,982×10 <sup>-08</sup>	0,9937	4,583×10 <sup>-08</sup>	0,0321	≈=0,000	51,774	5,721×10 <sup>-12</sup>
Stubice	33,991	4,159×10 <sup>-08</sup>	0,9939	7,077×10 <sup>-08</sup>	0,0331	≈=0,000	51,634	6,135×10 <sup>-12</sup>
Poznań	30,283	2,655×10 <sup>-07</sup>	0,9945	2,867×10 <sup>-07</sup>	0,0321	≈=0,000	43,858	2,994×10 <sup>-10</sup>
Koło	24,170	5,642×10 <sup>-06</sup>	0,9955	5,049×10 <sup>-06</sup>	0,0311	≈=0,000	31,692	1,312×10 <sup>-07</sup>
Płock	25,955	2,312×10 <sup>-06</sup>	0,9953	2,413×10 <sup>-06</sup>	0,0327	≈=0,000	33,686	4,844×10 <sup>-08</sup>
Warszawa	23,568	7,624510 <sup>-06</sup>	0,9962	2,392×10 <sup>-05</sup>	0,0265	≈=0,000	27,623	1,004×10 <sup>-06</sup>
Siedlce	25,124	3,502×10 <sup>-06</sup>	0,9961	1,788×10 <sup>-05</sup>	0,0231	≈=0,000	28,411	6,772×10 <sup>-07</sup>
Terespol	27,097	1,306×10 <sup>-06</sup>	0,9958	7,295×10 <sup>-06</sup>	0,0244	≈=0,000	30,341	2,579×10 <sup>-07</sup>
Zielona Góra	32,081	1,081×10 <sup>-07</sup>	0,9944	2,746×10 <sup>-07</sup>	0,0317	≈=0,000	47,362	5,193×10 <sup>-11</sup>
Legnica	30,882	1,968×10 <sup>-07</sup>	0,9951	1,299×10 <sup>-06</sup>	0,0295	≈=0,000	43,673	3,285×10 <sup>-10</sup>
Leszno	29,879	3,249×10 <sup>-07</sup>	0,9948	6,755×10 <sup>-07</sup>	0,0319	≈=0,000	42,523	5,838×10 <sup>-10</sup>
Wrocław	27,953	8,512×10 <sup>-07</sup>	0,9956	4,339×10 <sup>-06</sup>	0,0291	≈=0,000	37,539	7,057×10 <sup>-09</sup>
Kalisz	26,155	2,091×10 <sup>-06</sup>	0,9955	3,365×10 <sup>-06</sup>	0,0304	≈=0,000	34,639	3,007×10 <sup>-08</sup>
Wieluń	24,343	5,175×10 <sup>-06</sup>	0,9959	1,298×10 <sup>-05</sup>	0,0272	≈=0,000	30,109	2,896×10 <sup>-07</sup>
Łódź	23,718	7,075×10 <sup>-06</sup>	0,9961	1,452×10 <sup>-05</sup>	0,0299	≈=0,000	29,340	4,255×10 <sup>-07</sup>
Sulejów	22,998	1,014×10 <sup>-05</sup>	0,9963	3,867×10 <sup>-05</sup>	0,0279	≈=0,000	27,042	1,342×10 <sup>-06</sup>
Kozienice	23,209	9,123×10 <sup>-06</sup>	0,9964	4,617×10 <sup>-05</sup>	0,0244	≈=0,000	25,917	2,356×10 <sup>-06</sup>

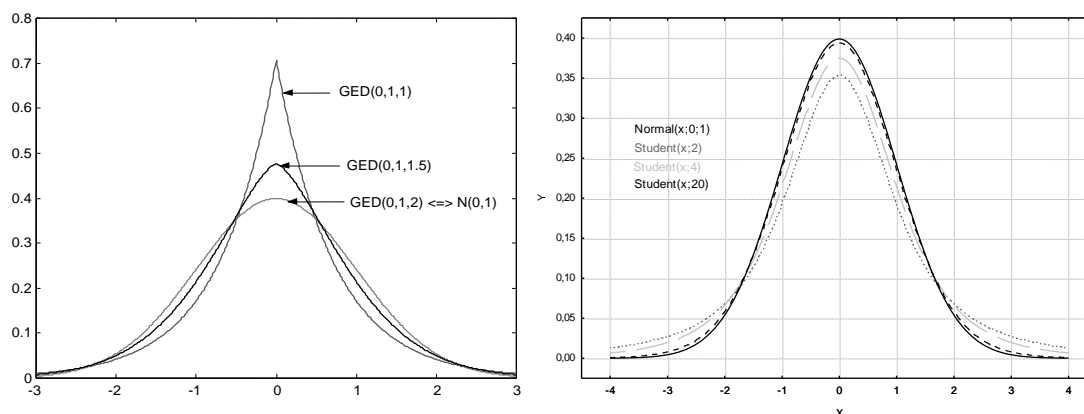
Lublin	23,376	$8,396 \times 10^{-06}$	0,9963	$3,288 \times 10^{-05}$	0,0248	$\sim=0,000$	25,719	$2,601 \times 10^{-06}$
Włodawa	25,601	$2,759 \times 10^{-06}$	0,9959	$1,021 \times 10^{-05}$	0,0281	$\sim=0,000$	28,691	$5,887 \times 10^{-07}$
Jelenia Góra	31,361	$1,549 \times 10^{-07}$	0,9952	$1,508 \times 10^{-06}$	0,0325	$\sim=0,000$	44,716	$1,950 \times 10^{-10}$
Śnieżka*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kłodzko	25,359	$3,113 \times 10^{-06}$	0,9960	$1,467 \times 10^{-05}$	0,0247	$\sim=0,000$	32,100	$1,070 \times 10^{-07}$
Opole	22,767	$1,138 \times 10^{-05}$	0,9963	$3,816 \times 10^{-05}$	0,0251	$\sim=0,000$	27,234	$1,219 \times 10^{-06}$
Racibórz	21,996	$1,673 \times 10^{-05}$	0,9963	$3,936 \times 10^{-05}$	0,0253	$\sim=0,000$	25,265	$3,264 \times 10^{-06}$
Częstochowa	16,122	0,00031559	0,9973	0,00075560	0,0208	$\sim=0,020$	17,369	0,00016912
Katowice	21,628	$2,012 \times 10^{-05}$	0,9964	$4,308 \times 10^{-05}$	0,0239	$\sim=0,000$	24,306	$5,274 \times 10^{-06}$
Kraków	21,247	$2,434 \times 10^{-05}$	0,9964	$4,431 \times 10^{-05}$	0,0250	$\sim=0,000$	23,374	$8,401 \times 10^{-06}$
Kielce	21,285	$2,388 \times 10^{-05}$	0,9966	$7,223 \times 10^{-05}$	0,0237	$\sim=0,000$	23,454	$8,071 \times 10^{-06}$
Tarnów	20,281	$3,944 \times 10^{-05}$	0,9964	$4,472 \times 10^{-05}$	0,0266	$\sim=0,000$	21,986	$1,682 \times 10^{-05}$
Rzeszów	20,500	$3,536 \times 10^{-05}$	0,9962	$2,728 \times 10^{-05}$	0,0249	$\sim=0,000$	22,604	$1,235 \times 10^{-05}$
Sandomierz	20,164	$4,182 \times 10^{-05}$	0,9966	$9,683 \times 10^{-05}$	0,0248	$\sim=0,000$	21,852	$1,799 \times 10^{-05}$
Zamość	12,294	0,00214007	0,9970	0,00044958	0,0282	$\sim=0,000$	14,341	0,00076886
Bielsko-Biała	24,892	$3,933 \times 10^{-06}$	0,9961	$1,833 \times 10^{-05}$	0,0242	$\sim=0,000$	28,762	$5,679 \times 10^{-07}$
Zakopane*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasprowy Wierch*	-	-	-	-	-	-	-	-
Nowy Sącz	19,032	$7,366 \times 10^{-05}$	0,9963	$3,239 \times 10^{-05}$	0,0281	$\sim=0,000$	20,501	$3,534 \times 10^{-05}$
Krosno	19,537	$5,721 \times 10^{-05}$	0,9959	$1,125 \times 10^{-05}$	0,0283	$\sim=0,000$	21,566	$2,075 \times 10^{-05}$
Lesko	19,845	$4,906 \times 10^{-05}$	0,9957	$6,488 \times 10^{-06}$	0,0313	$\sim=0,000$	22,327	$1,418 \times 10^{-05}$

\* brak danych dla stacji.

Źródło: opracowanie własne.

Niejednoznaczne jest w tym wypadku dopasowanie rozkładu, gdyż standardowe jak GED<sup>13</sup> czy *t*-Studenta nie dają dobrych przybliżeń. Pierwszy z wymienionych, owszem, jest bardziej wysmukły niż rozkład normalny jednak gorzej radzi sobie z obserwacjami odstającymi. Drugi z kolei lepiej radzi sobie w obszarze tzw. grubych ogonów jednak jest bardziej spłaszczony w stosunku do rozkładu  $N(0,1)$ <sup>14</sup> (Rysunek 4.9).

Ewentualne próby dopasowywania rozkładów za pomocą pakietów STATISTICA bądź SPSS dają różne rezultaty w przekroju stacji meteorologicznych. Ciężko zatem wskazać tu jeden czy też dwa dominujące.



Rysunek 4.9. Wykres funkcji gęstości rozkładu GED oraz *t*-Studenta w relacji do rozkładu normalnego.

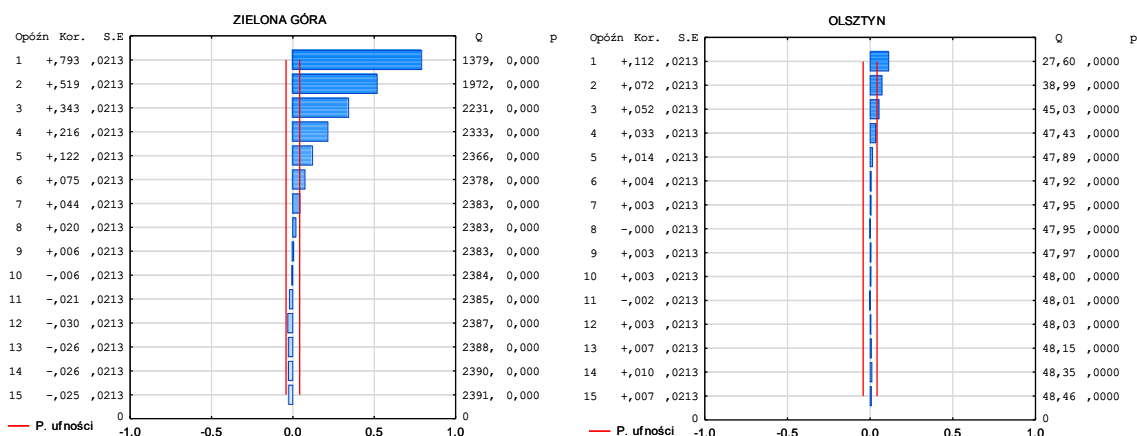
Źródło: opracowanie własne.

Efekt autokorelacji zobrazowany na poniższym przykładzie (Rysunek 4.10) wskazuje na szybkie gaśnięcie efektu w czasie bez względu na wstępny charakter zjawiska.

<sup>13</sup> Uogólniony rozkład błędów (*General Error Distribution*, GED).

<sup>14</sup> Rozkład GED opisuje zazwyczaj lepiej własności rozkładów standaryzowanych reszt modelu wokół modalnej, natomiast rozkład *t*-Studenta opisuje lepiej ogony rozkładów reszt.

Analiza stałości wariancji jest analogiczna jak w przypadku wcześniej rozpatrywanych zmiennych.



Rysunek 4.10. Funkcja autokorelacji dla średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla miasta Zielona Góra oraz Olsztyn w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

*Wilgotność* to czynnik, który również uwzględniany jest w badaniach odnoszących się do behawioralnych aspektów procesów inwestycyjnych. W niektórych wskazywany jest jako zmienna istotna. Zasadne zatem staje się dokonanie charakterystyki rozkładu cechy, tym bardziej, że ciężko doszukać się tego typu opisów w dostępnej literaturze. Przeważnie fakt ten jest pomijany. Zatem analiza poniższej tabeli (Tabela 4.7) może stanowić swego rodzaju nowum w tym zakresie.

Już na pierwszy rzut oka rysuje się wyraźna ujemna skośność, co świadczy o lewostronnej asymetrii rozkładu. Asymetria jest przeciwna do tej zaobserwowanej w przypadku prędkości wiatru.

Tabela 4.7. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniej dobowej wilgotności względnej [%] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Średnia	Mediana	Moda	Minimum	Maksimum	OchYLENIE standardowe	Skośność	Kurtoza
Kotobrzeg	80,6176	81,90	84,10	36,80	100,00	9,9679	-0,7551	0,6677
Koszalin	78,4689	80,40	82,60	34,60	99,60	11,8556	-0,8381	0,5557
Ustka	80,4559	81,80	86,40	32,40	99,40	10,0235	-0,9213	1,4580
Łeba	82,2826	83,60	Wielokr.	36,60	100,00	9,7869	-0,8511	1,0625
Lębork	79,3621	81,00	Wielokr.	33,50	99,90	11,2279	-0,7482	0,4250
Hel	81,1975	82,00	77,60	48,00	100,00	8,7074	-0,4987	-0,0371
Gdańsk	79,6035	80,60	82,50	37,90	99,80	10,2286	-0,5661	0,1027
Elbląg	80,5927	82,50	94,50	31,90	100,00	13,0237	-0,7928	0,2619
Kętrzyn	78,5891	80,50	Wielokr.	31,60	100,00	12,2918	-0,6543	-0,0037
Suwałki	78,6719	80,50	96,00	30,60	100,00	13,2307	-0,5886	-0,2885
Świnoujście	80,4961	81,80	Wielokr.	41,50	100,00	10,3793	-0,5667	0,0095
Szczecin	76,9125	78,10	Wielokr.	38,60	99,40	11,5847	-0,4260	-0,4324
Piła	75,9905	78,05	90,30	33,80	99,60	14,0599	-0,4847	-0,6380
Chojnice	79,0259	81,30	Wielokr.	37,40	100,00	13,4245	-0,5778	-0,4188
Toruń	75,7145	77,10	85,80	33,50	100,00	13,7949	-0,4257	-0,6000
Mława	78,1152	79,95	Wielokr.	33,80	100,00	13,7628	-0,5269	-0,4664

Olsztyn	77,3222	79,10	84,30	28,90	98,60	12,7936	-0,6100	-0,2167
Mikołajki	78,3965	79,80	86,10	36,90	99,90	12,1686	-0,5045	-0,4692
Białystok	78,8026	80,35	91,60	34,00	99,60	12,5288	-0,5800	-0,2207
Gorzów Wielkopolski	75,1870	77,10	Wielokr.	34,60	100,00	14,7779	-0,3346	-0,8494
Słubice	73,7282	75,00	84,90	30,40	100,00	14,0890	-0,2954	-0,7480
Poznań	73,6394	75,40	81,90	32,60	99,80	14,5068	-0,3856	-0,7498
Koto	75,3205	76,55	71,90	37,40	99,50	13,2188	-0,3442	-0,7191
Płock	76,0751	77,10	Wielokr.	34,50	98,90	12,8401	-0,3845	-0,5904
Warszawa	73,8989	75,30	84,10	30,10	99,40	13,9913	-0,4324	-0,5226
Siedlce	77,2778	78,40	89,00	28,80	99,80	12,4583	-0,5144	-0,2206
Terespol	77,1852	78,30	87,90	30,00	99,90	12,5015	-0,5268	-0,1910
Zielona Góra	74,2265	76,40	100,00	31,00	100,00	16,1577	-0,3009	-0,9421
Legnica	74,2756	74,50	85,50	36,60	99,10	11,7336	-0,1390	-0,6333
Leszno	75,4026	76,60	Wielokr.	35,40	99,50	12,4406	-0,3904	-0,5512
Wrocław	73,2542	73,90	66,50	33,90	98,60	12,2771	-0,2431	-0,5739
Kalisz	77,4799	78,80	89,50	38,00	100,00	13,9531	-0,3819	-0,7017
Wieluń	74,6514	75,90	Wielokr.	30,80	100,00	13,4396	-0,3347	-0,6288
Łódź	75,7234	76,70	73,10	33,60	99,60	12,9174	-0,4479	-0,4145
Sulejów	77,5046	78,50	Wielokr.	35,40	99,00	12,0802	-0,4258	-0,4565
Kozienice	76,1184	77,10	77,10	32,80	99,90	12,2762	-0,3709	-0,4500
Lublin	77,8039	79,00	90,40	33,50	100,00	12,9066	-0,4610	-0,4275
Włodawa	77,4302	79,00	92,80	30,10	100,00	13,1428	-0,4949	-0,3958
Jelenia Góra	76,8865	77,50	Wielokr.	31,60	99,30	10,7337	-0,3452	-0,1342
Śnieżka	85,5284	92,10	100,00	3,60	100,00	16,7977	-1,7866	3,4586
Kłodzko	77,6638	78,80	81,50	29,30	100,00	10,7384	-0,4088	-0,0395
Opole	74,1307	74,60	Wielokr.	30,00	100,00	12,2745	-0,2120	-0,5894
Racibórz	76,1655	77,30	81,90	34,10	99,90	11,3899	-0,3552	-0,4177
Częstochowa	74,1786	75,50	88,10	25,80	101,00	14,5208	-0,3345	-0,6465
Katowice	75,2394	76,30	71,10	30,50	100,00	12,5327	-0,4168	-0,3624
Kraków	77,4746	78,80	84,30	35,10	100,00	12,2377	-0,4076	-0,4679
Kielce	77,8458	79,00	Wielokr.	33,90	100,00	12,0989	-0,4629	-0,3541
Tarnów	73,9519	74,10	73,50	30,90	99,80	12,2609	-0,2414	-0,3638
Rzeszów	76,7223	77,90	76,90	33,60	100,00	12,6751	-0,4375	-0,3060
Sandomierz	76,2031	77,60	66,60	33,40	100,00	13,2075	-0,4397	-0,3851
Zamość	77,7656	78,80	89,10	33,10	99,40	11,5318	-0,4147	-0,3636
Bielsko-Biała	73,4051	73,60	Wielokr.	29,00	100,00	13,7014	-0,2369	-0,3963
Zakopane	76,4820	77,45	74,90	30,80	98,90	11,7168	-0,4830	-0,1914
Kasprowy Wierch	81,8707	88,10	100,00	4,80	100,00	18,3037	-1,6354	2,5114
Nowy Sącz	74,9515	75,60	76,40	37,90	98,60	11,0025	-0,2533	-0,4616
Krosno	76,5445	77,80	84,50	31,40	100,00	12,9712	-0,5200	-0,2470
Lesko	77,7802	78,85	Wielokr.	36,10	100,00	12,5842	-0,5383	-0,1237

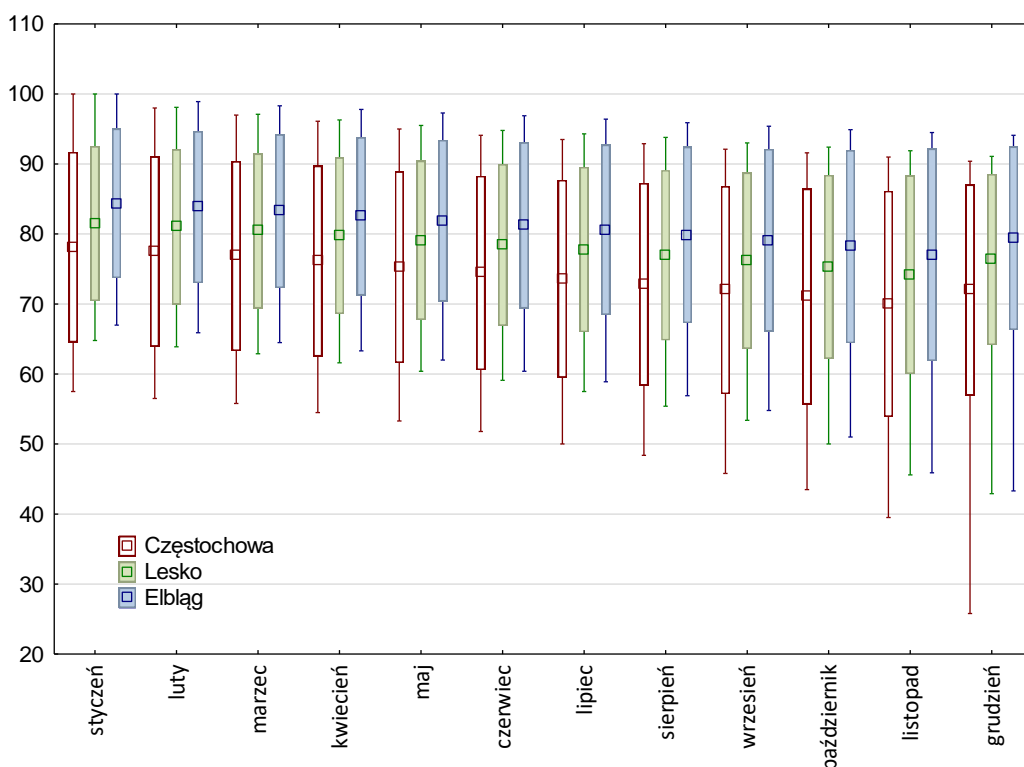
Źródło: opracowanie własne.

Godna uwagi jest analogiczna analiza w przekroju poszczególnych miesięcy, co obrazuje rysunek 4.11. Mimo, iż pokazano jedynie sytuację dla trzech wybranych stacji meteorologicznych to w przypadku pozostałych zachowanie tego czynnika jest analogiczne. Wydaje się zatem, że za ogólną asymetrię w rozkładzie odpowiedzialne są głównie miesiące z drugiej połowy roku.

Analiza ewentualnej normalności rozkładu cechy okazuje się zatem w tym wypadku bezzasadna. Odstępstwo od tzw. krzywej Gaussa jest wyraźne, co potwierdzają również wartości samej kurtozy.

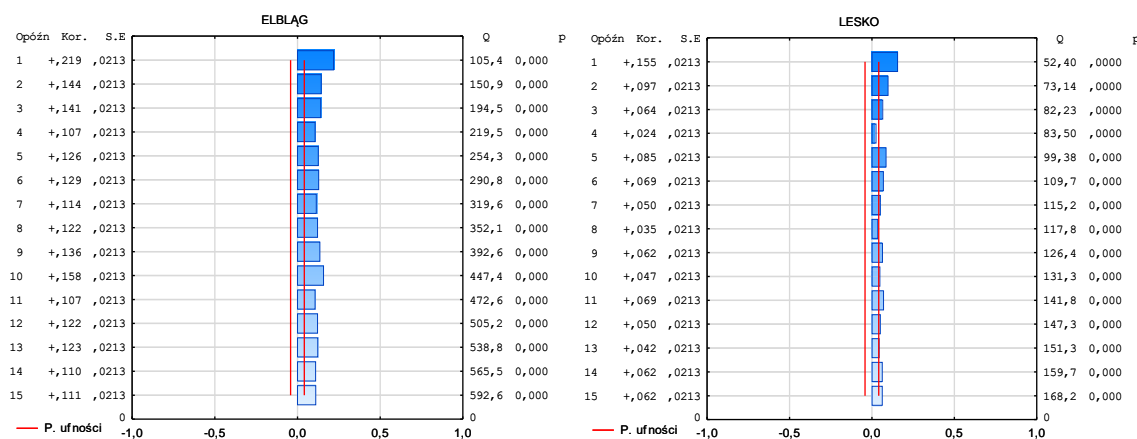
Odnosząc z kolei rozważania do zjawiska autokorelacji (Rysunek 4.12) trzeba podkreślić słabą zależność korelacyjną w tym wypadku. Charakter analizowanej zmiennej znacznie odbiega od dotychczas rozpatrywanych.

Szeregi czasowe wartości wilgotności, podobnie jak w przypadku poprzednio analizowanych czynników meteorologicznych, charakteryzuje brak stałości wariancji.



Rysunek 4.11. Wykresy pudełkowe (ramka-wały) dla dobowych wartości wilgotności względnych [%] dla stacji synoptycznych Elbląg, Lesko, Częstochowa w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.12. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wilgotności względnej [%] dla stacji meteorologicznej Elbląg oraz Lesko w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Ciekawym elementem pogodowym pod względem charakteru rozkładu jest *wielkość opadów*, rozumiana w tym wypadku jako dobowa przeciętna sumaryczna wielkość opadów bez wyszczególnienia na przykładowe opady deszczu, śniegu czy chociażby gradobicia. Jest to o tyle interesująca zmienna, że charakteryzuje się skrajną asymetrią prawostronną (Tabela 4.8). Wartości mediany oscylujące zasadniczo w przedziale 0-1,5 potwierdzają tę tendencję. Rozpatrywana cecha wyróżnia się dodatkowo znaczną liczebnością modalnej. Powtarzalność dominanty oscyluje bowiem pomiędzy 300 a 500 a jej wartość zasadniczo wynosi 0 co świadczy jednoznacznie o dużej

liczbie dni bez jakichkolwiek opadów. Istotna skośność i znaczna koncentracja nie pozwalają na dopasowanie jakiegokolwiek z powszechnie znanych rozkładów. Nieco inaczej wygląda analiza średnich dobowych wartości opadów w przekroju poszczególnych miesięcy. Wówczas dopasowanie rozkładu jest w większości przypadków zbliżone do rozkładu Weibulla.

Tabela 4.8. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

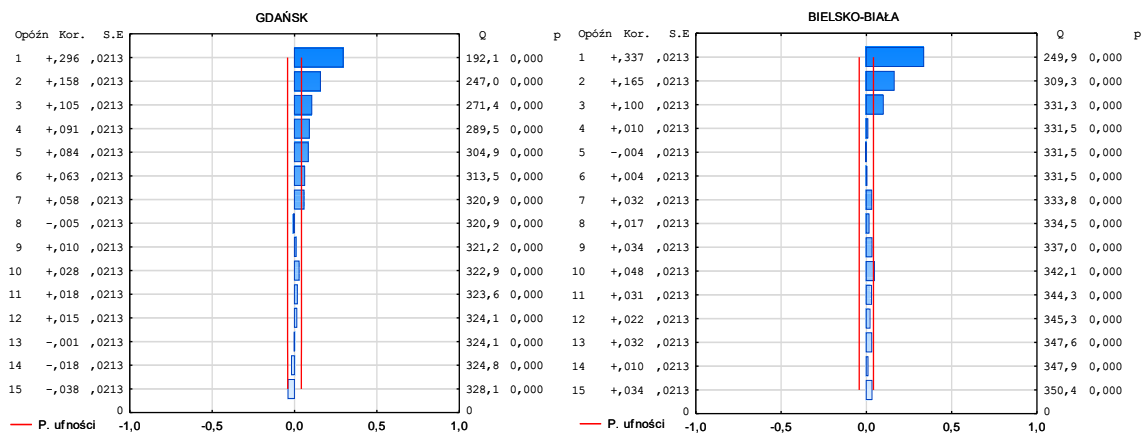
	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Odczylenie standardowe	Skośność	Kurtjoza
Kotobrzeg	3,2067	1,30	0,00	0,00	69,70	5,5747	4,4835	31,2407
Koszalin	3,1814	1,10	0,00	0,00	62,10	5,4544	3,6671	20,2115
Ustka	2,7784	1,00	0,00	0,00	50,10	4,3980	3,3432	18,4995
Łeba	2,8724	1,05	0,00	0,00	57,90	4,8016	4,0899	27,8069
Łębork	3,7594	1,30	0,10	0,00	111,40	6,7015	5,4460	58,1621
Hel	2,8634	1,00	0,00	0,00	104,80	5,3870	7,5641	111,549
Gdańsk	2,2958	0,60	0,00	0,00	67,00	4,3459	5,3584	53,9355
Elbląg	3,5795	1,20	0,00	0,00	47,00	5,8322	3,2198	14,2451
Kętrzyn	2,8827	0,60	0,00	0,00	65,00	5,6399	4,3876	28,8444
Suwałki	2,7509	0,80	0,00	0,00	48,30	4,8471	3,5859	17,9832
Świnoujście	2,5634	1,00	0,00	0,00	37,70	4,0547	3,1821	14,3669
Szczecin	2,5441	0,80	0,00	0,00	57,20	4,7872	5,1776	41,3637
Piła	2,0345	0,40	0,00	0,00	63,70	4,4141	5,5372	49,9225
Chojnice	2,6938	0,70	0,00	0,00	92,10	5,3142	6,1728	72,8889
Toruń	2,6685	0,70	0,00	0,00	74,70	5,4477	5,0352	39,8529
Mława	2,6222	0,60	0,00	0,00	49,20	4,8396	3,4950	16,6543
Olsztyn	3,0723	0,80	0,00	0,00	50,80	5,4238	3,6717	19,1846
Mikołajki	2,8530	0,80	0,00	0,00	82,40	5,4875	5,8885	62,5517
Białystok	3,0869	0,80	0,00	0,00	87,70	6,0496	5,1709	44,6146
Goźów Wielkopolski	2,5387	0,60	0,00	0,00	66,70	5,2869	5,1659	39,2568
Stubice	2,1955	0,50	0,00	0,00	39,80	4,2031	3,8858	20,3298
Poznań	2,3784	0,70	0,00	0,00	69,30	4,3808	5,4685	56,6013
Koło	2,0890	0,40	0,00	0,00	42,70	4,2911	4,1432	23,5678
Płock	1,9192	0,30	0,00	0,00	42,10	3,9056	4,0794	23,5736
Warszawa	2,5067	0,70	0,00	0,00	41,40	4,6547	3,6019	17,3319
Siedlce	2,5887	0,50	0,00	0,00	41,80	4,8635	3,2563	13,2778
Terespol	2,5650	0,70	0,00	0,00	59,30	4,9006	4,6092	32,7076
Zielona Góra	2,5546	0,55	0,00	0,00	52,80	4,8863	4,2910	27,5402
Legnica	2,1940	0,30	0,00	0,00	53,10	4,7112	4,7037	31,2091
Leszno	2,4382	0,50	0,00	0,00	83,20	5,3726	5,8576	55,7541
Wrocław	2,4800	0,60	0,00	0,00	69,40	5,3622	5,2496	41,2721
Kalisz	2,2568	0,50	0,00	0,00	60,70	4,6421	5,0318	38,6164
Wieluń	2,3070	0,50	0,00	0,00	51,40	4,5668	3,9917	22,6409
Łódź	2,7850	0,80	0,00	0,00	46,00	5,3734	3,6415	16,4275
Sulejów	2,4029	0,50	0,00	0,00	112,70	5,4114	8,2606	134,286
Kozienice	2,7173	0,60	0,00	0,00	48,60	5,3276	3,8298	19,8622
Lublin	2,7221	0,70	0,00	0,00	55,10	4,8674	3,7377	21,6550
Włodawa	2,6988	0,70	0,00	0,00	68,90	5,2062	4,9501	39,0550
Jelenia Góra	3,0182	0,80	0,00	0,00	58,30	5,3203	3,5955	19,0855
Śnieżka	4,2728	2,20	0,10	0,00	50,50	5,6675	2,7093	10,6503
Kłodzko	2,4522	0,40	0,00	0,00	56,30	5,1583	4,2841	25,3399
Opole	2,7783	0,80	0,00	0,00	65,10	5,2264	4,6010	34,1128
Racibórz	2,4364	0,40	0,00	0,00	64,00	4,9078	4,3982	31,7156
Częstochowa	2,6361	0,50	0,00	0,00	47,80	5,1121	3,6586	17,8628
Katowice	3,1231	0,80	0,00	0,00	78,80	5,7485	4,4882	35,5134
Kraków	3,2505	0,80	0,00	0,00	65,30	5,9518	3,8926	23,2968
Kielce	2,6015	0,45	0,00	0,00	47,40	4,8814	3,5049	16,9615
Tarnów	2,7904	0,60	0,00	0,00	83,60	5,9500	5,7705	55,5764



Rzeszów	2,6267	0,80	0,00	0,00	40,40	4,5926	3,3748	15,2731
Sandomierz	2,3115	0,40	0,00	0,00	70,30	4,8061	4,8697	41,0648
Zamość	2,3115	0,40	0,00	0,00	70,30	4,8061	4,8697	41,0648
Bielsko-Biała	4,6023	1,30	0,00	0,00	81,20	7,8511	3,2887	15,5054
Zakopane	4,8429	1,60	0,00	0,00	82,10	8,4953	3,8178	20,6001
Kasprowy Wierch	7,7131	3,60	0,00	0,00	167,60	12,069	4,3585	33,5420
Nowy Sącz	2,6920	0,50	0,00	0,00	44,10	5,2145	3,4664	15,5169
Krosno	3,0986	0,70	0,00	0,00	71,50	5,9454	4,0242	24,9188
Lesko	3,6333	1,10	0,00	0,00	49,50	5,9860	3,1953	13,9556

Źródło: opracowanie własne.

Zjawisko zależności w czasie jest w większości przypadków znikome, a przynajmniej nie długofalowe (Rysunek 4.13). Testy statystyczne wykluczają stałość wariancji przeciętnej dobowej wielkości opadów.



Rysunek 4.13. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla stacji meteorologicznej Gdańsk oraz Bielsko-Biała w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

Ilość informacji pogodowych, zbieranych przez stacje pogodowe, jest znaczna. Zaliczyć tutaj można dodatkowo chociażby takie wielkości jak: *średnie dobowe zachmurzenie, czas trwania burzy* czy też na przykład *czas trwania wiatru*. Nie sposób jednak wszystkie te czynniki przeanalizować w tym miejscu, tym bardziej, że nie tylko do danych meteorologicznych odnosi się niniejsza dysertacja.

Reasumując powyższe analizy można pokusić się o zestawienie zbiorcze w postaci poniższej tabeli (Tabela 4.9).

Tabela 4.9. Własności czynników pogodowych - podsumowanie.

Czynnik pogodowy	Własność
temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>niewielka asymetria,</li> <li>niskie wartości kurtozy (platykurtyczność),</li> <li>istotna autokorelacja,</li> <li>brak stałości wariancji.</li> </ul>
uśonecznienie	<ul style="list-style-type: none"> <li>niewielka asymetria,</li> <li>tendencja do platykurtyczności rozkładu,</li> <li>istotna autokorelacja,</li> <li>brak stałości wariancji.</li> </ul>
prędkość wiatru	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyraźna asymetria prawostronna (rozkład Weibulla),</li> <li>wysokie wartości kurtozy,</li> <li>autokorelacja gasnąca wykładniczo,</li> <li>brak stałości wariancji.</li> </ul>

ciśnienie atmosferyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niewielka asymetria lewostronna,</li> <li>• leptokurtyczność rozkładu; wraz z oddalaniem się od terenów nadmorskich coraz większe zbliżanie się rozkładów cechy do rozkładu normalnego,</li> <li>• autokorelacja gasnąca wykładniczo,</li> <li>• brak stałości wariancji.</li> </ul>
wilgotność	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asymetria lewostronna,</li> <li>• platykurtyczność rozkładu,</li> <li>• stosunkowo niska zależność korelacyjna w czasie,</li> <li>• brak stałości wariancji.</li> </ul>
wielkość opadów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skrajna asymetria prawostronna,</li> <li>• wysokie wartości kurtozy,</li> <li>• krótkofalowa zależność danych w czasie,</li> <li>• brak stałości wariancji.</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

#### 4.4. Zarządzanie ryzykiem pogodowym w ujęciu miar klasycznych – pomiar ryzyka

Koncentrując uwagę na czynnikach pogodowych warto odnieść się do ich charakterystyki, przedstawionej w poprzednim podrozdziale. W tym wypadku istotny jest bowiem podział na ciągłe i skokowe zmienne meteorologiczne. Biorąc pod uwagę nieekstremalne zdarzenia pogodowe, a o takich tutaj mowa, większość analizowanych należałoby zakwalifikować do pierwszej wymienionej grupy. Chodzi tutaj głównie o takie zmienne jak temperatura, ciśnienie czy chociażby prędkość wiatru. Odmienny w tym zakresie charakter cechuje zasadniczo czynnik w postaci wielkości opadów. W przypadku bowiem analizy dobowych szeregów czasowych, często mamy do czynienia z faktem występowania tego zjawiska bądź też nie. Tego typu spostrzeżenie odnosi się zarówno do sumarycznego traktowania skali opadów jak i sytuacji, w której dokonujemy rozbicia tej zmiennej na opady deszczu czy też śniegu. Mimo, że w przypadku łącznego traktowania wielkości zjawisko ulega swego rodzaju ‘rozmyciu’, również jest istotne. Tzw. ciągłość pojawia się dopiero w momencie analizy danych miesięcznych, nie te jednak stanowią podstawę niniejszych rozważań.

Biorąc pod uwagę, że modelowanie zachowań inwestycyjnych, jakie dokonuje się w dalszej części pracy, zakłada obecność w modelu pogodowych determinant warto pokusić się nie tylko o poznanie struktury, rozkładu czynników meteorologicznych, lecz również o pokazanie ewentualnych, elastycznych koncepcji modelowania przyszłych stanów pogodowych. Tego typu podejście może przyczynić się do znacznej poprawy w zakresie przewidywalności stanów czynników pogodowych w niedalekiej przyszłości. To z kolei może przełożyć się nie tyle na ‘statyczną’ ocenę wpływu tych czynników na emocje inwestorów i procesy związane z ich decyzjami, lecz na pewne przewidywania w obszarze modelowania samych zachowań.

Pomocne w tym wypadku wydaje się wykorzystanie tzw. metod przedziałowych. Typową ich reprezentantką jest koncepcja szacowania wartości narażonej na ryzyko, powszechnie znana jako *Value-at-Risk*. Aproksymacji tegoż ujęcia w warunkach pogodowych dokonał z dużą skutecznością Mentel G. (2017) nazywając proces *Weather-VaR* i definiując go przy tym jako w znacznym stopniu obiektywną i ilościową zarazem metodę określającą wartość potencjalnych maksymalnych zmian spowodowanych zagrożeniem klimatycznym w horyzoncie czasowym istotnym dla przedsiębiorcy, inwestora.

Rozpatrywane podejście stanowi elastyczną koncepcję modelowania przyszłych stanów czynników pogodowych, co w przypadku niniejszych rozważań przekłada się w istotny sposób na zwiększenie przewidywalności stanów zmiennych meteorologicznych w niedalekiej przyszłości. W celu wzmocnienia efektu prognostycznego podejście tego typu można wzmocnić analizą *bootstrap*. Proponowane przeniesienie rynkowej miary analizy ryzyka w warunki pogodowe jest o tyle ciekawe, że nie ogranicza się jedynie do charakterystyki zmienności danego czynnika pogodowego czy też określenia prawdopodobieństwa wystąpienia jego ewentualnych negatywnych zmian, bądź też określenia stopnia wrażliwości, lecz co najważniejsze do podniesienia jakości informacji meteorologicznych. Nawet jeśli przewidywania uzyskane przy zastosowaniu tej koncepcji nie uwzględniają, jak podaje Mentel G. (2017), zmian pogodowych w czasie rzeczywistym, to ewentualne opóźnienie, jakie w tym wypadku ma miejsce, jest na tyle niewielkie, że otrzymane wskazania można uznać za faktyczną, bieżącą reakcję na zmieniające się warunki, a o to przecież tutaj chodzi.

Zakładając, że metodologia *Value-at-Risk* jest skutecznym narzędziem w modelowaniu szeregów pogodowych, a tym samym również w procesie zarządzania ryzykiem pogodowym, należy zwrócić uwagę na analizę różnych koncepcji w zakresie wartości zagrożonej. Pamiętać należy, że nie każde sposoby kalkulacji *VaR* są jednakowo skuteczne. To, że istnieje możliwość estymacji wartości narażonej na ryzyko na kilka sposobów działa jednocześnie 'in plus' i również 'in minus'. Różnorodność podejść pozwala owszem na wybór lepszych bądź gorszych koncepcji w tym zakresie, co stanowi o jej atucie, z drugiej jednak strony, tzw. wielość metod nie jest do końca mile widziana, gdyż wymusza posiadanie dodatkowych umiejętności związanych z wyborem tych, o najwyższej w danych warunkach skuteczności.

Dokonując charakterystyki różnorodnych koncepcji wartości narażonej na ryzyko warto posłużyć się zestawieniem zbiorczym (Tabela 4.10). Opis każdej z rozpatrywanych grup wymaga obszernego wyjaśnienia w celu uwypuklenia wad i zalet, jak również charakterystyki samej metodologii i założeń. Wydaje się jednak, że uproszczony nieco wykaz jest w tym miejscu wystarczający.

Zakładając, że rozpatrywana obecnie metodologia jest skutecznym narzędziem w prognozowaniu oraz analizie zmienności pogodowych szeregów czasowych, poza zwróceniem uwagi na analizę różnych koncepcji modelowania wartości zagrożonej, należy także poświęcić nieco czasu determinantom jej skuteczności. Chodzi, w tym miejscu o czynniki, które są odpowiedzialne za szacunki otrzymane w wyniku jej wykorzystania.

Istotnym elementem, w tym wypadku, jest bez wątpienia liczba obserwacji historycznych, jaką należy uwzględnić w procesie szacowania *VaR*. Konieczne jest bowiem wyznaczenie liczby danych wstecznych jakie należy uwzględnić w procesie wyznaczania wartości estymatora odchylenia standardowego. Duże znaczenie ma również założenie odnośnie poziomu istotności przyjętego do obliczeń. Większe wartości poziomu tolerancji pozwalają na skrócenie szeregu danych historycznych. Z kolei mniejsze wartości  $\alpha$  wymuszają odwrotną tendencję co do ilości informacji uwzględnianych przy estymacji wartości narażonej na ryzyko.

Tabela 4.10. Koncepcje modelowania wartości zagrożonej – zalety i wady.

	Zalety	Wady
<p><b>Podejście nieparametryczne (symulacja historyczna - HS)</b> Minimalne założenia dotyczące rozkładu błędów, brak dokładnej formy specyfikacji dynamicznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie przyjmuje mocnych założeń co do rozkładu portfela zwrotów, może uwzględnić szerokie ogony, skośność i wszelkie inne nienormalne cechy.</li> <li>• Bardzo łatwe do wdrożenia.</li> <li>• Może obsługiwać niestandardowe funkcje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyniki są całkowicie zależne od zbioru danych.</li> <li>• Czasami odwzorowanie ważnych wydarzeń jest powolne.</li> <li>• Pozwala oszacować VaR tylko w dyskretnych przedziałach ufności określonych przez rozmiar zbioru danych.</li> <li>• Nie reaguje wystarczająco szybko na ostatnią sytuację rynkową.</li> </ul>
<p><b>Podejście parametryczne</b> Wykorzystuje założenie, że procentowe zmiany analizowanych instrumentów cechują się pewnym rozkładem prawdopodobieństwa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Łatwość implementacji, gdy zakłada się rozkład normalny lub <math>t</math>-Studenta.</li> <li>• Duży wachlarz możliwości estymacji.</li> <li>• Większa skuteczność w porównaniu do innych podejść.</li> <li>• Wysoka elastyczność i agresywniejsza reakcja na zmiany w szeregu czasowym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ignoruje leptokurtyczność i skośność, gdy zakłada się rozkład normalny.</li> <li>• Trudności we wdrożeniu przy założeniu skośnej dystrybucji.</li> <li>• Wymaga często znajomości zawiązanego aparatu matematycznego i specjalistycznego oprogramowania.</li> </ul>
<p><b>Podejście semiparametryczne</b> Wymaga pewnych założeń dotyczących rozkładu błędów, skrajności lub dynamiki modelu</p>	<p>Filtrowana symulacja historyczna (FHS)</p> <p>EVT (teoria wartości ekstremalnych)</p> <p>CaViaR</p> <p>Symulacja Monte Carlo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyniki w niewielkim stopniu są zależne od zbioru danych.</li> <li>• Zależy od założenia o ekstremalnym rozkładzie zwrotów.</li> <li>• Zależne od ekstremalnego zbioru danych.</li> <li>• Trudności we wdrażaniu.</li> <li>• Opiera się na określonym procesie stochastycznym lub danych historycznych wybranych do generowania szacunków ostatecznej wartości portfela, a tym samym VaR.</li> <li>• Pociąga to za sobą znaczne koszty obliczeniowe.</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

Analizując informacje zawarte w tabeli 4.10 należy wyraźnie zróznicować metody, w których uwzględnia się bądź nie nieregularne, lecz często skokowe zmiany zmienności. W tzw. modelach percentylowych wskaźnik zmienności wyznacza zmiana wartości czynnika pogodowego odpowiadająca kwantylowi równemu wymaganemu poziomowi ufności, co powoduje, że metody te są mało elastyczne w kontekście stale zmieniających

się wartości. Zakładają one, że zmienność jest stała w czasie, za co za tym idzie przypisują jednakową wagę każdej dziennej procentowej zmianie. Implikuje to zatem konieczność stosowania koncepcji, w których bierze się pod uwagę zjawisko autokorelacji. Ta bowiem, powoduje, że dane z ostatniego okresu dostarczają więcej informacji o bieżącym poziomie zmienności niż te wcześniejsze. Zatem, aby uzyskać model dobrze dopasowany do zmieniających się danych rzeczywistych, należałoby przypisać wyższe wagi do ostatnich wartości (Mentel i Brożyna, 2015).

Typowymi modelami uwzględniającymi powyższe założenia są modele zmienności generowane za pomocą wykładniczo ważonej średniej ruchomej (*exponentially weighted moving average* - EWMA) (Crowder, 1987) oraz modele klasy GARCH (*generalised autoregressive conditional heteroskedastic*) (Bollerslev, 1986). Pierwsza z wymienionych stanowi koncepcję zwaną potocznie *RiskMetrics*<sup>TM</sup>. Istotnym elementem różnicującym wspomniane koncepcje jest to, że modele klasy GARCH dużo bardziej agresywnie reagują na zmiany w szeregach czasowych. Co ważne, modele te, obejmują tzw. zjawisko ‘powrotu do średniej’. Jest to o tyle użyteczna cecha, że wartości niektórych czynników pogodowych oscylują wokół pewnej długoterminowej wartości.

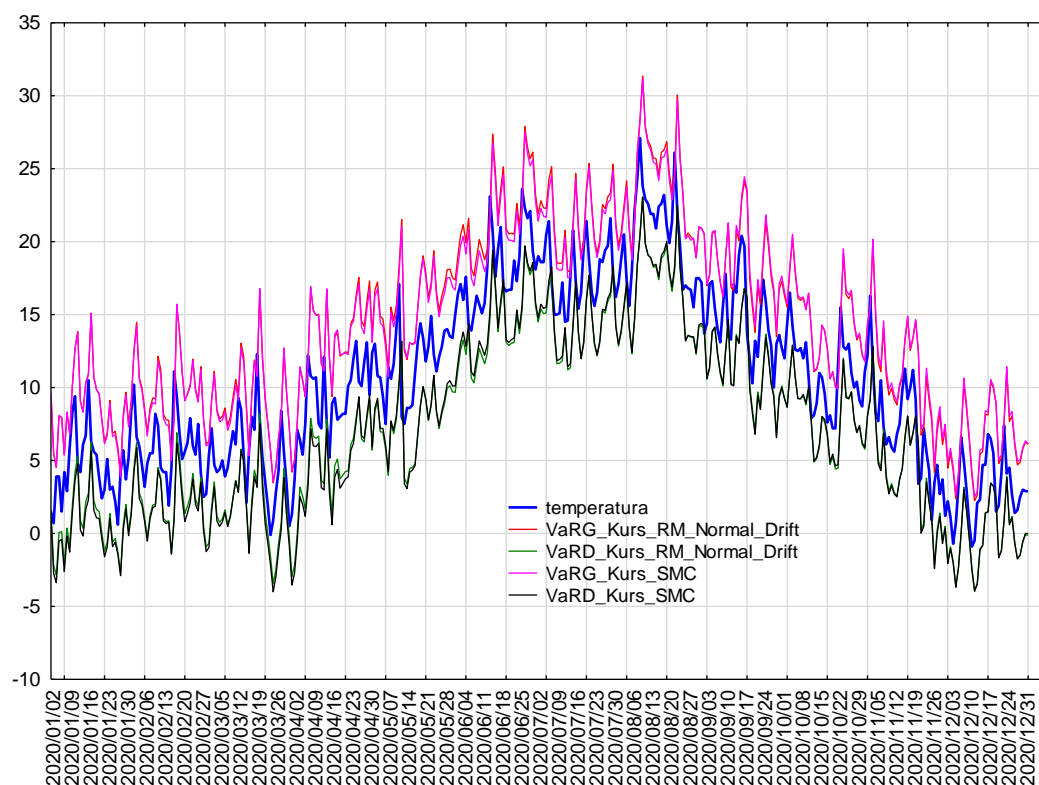
Odnosząc się do sposobu wyprowadzania zmienności w modelach klasy EWMA warto zwrócić uwagę na czynnik starzenia się informacji  $\lambda$ :

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_t^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2. \quad (4.1)$$

W przypadku wyższych wartości  $\lambda$  uzyskuje się średnią zmienność dla dłuższego okresu, natomiast niższe jej wartości przybliżają zmienność dla okresów krótszych. Przedstawiona miara zmienności, dla okresów jednodniowych, uwzględnia znaczne i szybkie starzenie się informacji. Tym samym opiera się na ostatnich obserwacjach w szeregu statystycznym.

Niezwykle ważnym elementem odpowiedzialnym za szacunki *VaR* jest poziom istotności. Działa tutaj bowiem mechanizm typowy dla tzw. przedziałów ufności. Nadmierne zmniejszenie poziomu  $\alpha$  owszem daje większą przewidywalność, lecz jednocześnie wywołuje efekt rozszerzenia się przedziału, a w konsekwencji często znacznie przeszacowuje ewentualne zagrożenia. Ta niekorzystana tendencja stanowi przyczynę zwiększonej awersji na ryzyko i zakłóceń w rzeczywistych zmianach czynników meteorologicznych. Zwiększanie poziomu istotności z kolei daje znacznie lepsze dopasowania wartości zagrożonej do rzeczywistych zmian, jednak w tym przypadku pewność co do samych szacunków *Value-at-Risk* jest znacznie mniejsza. Stąd przeważnie szuka się tzw. ‘złotego środka’.

Poza wskazanymi już wcześniej determinantami skuteczności wartości narażonej na ryzyko, należy pamiętać o modelowaniu samych zakłóceń losowych. Przyjąć tutaj można bowiem kilka koncepcji, począwszy od rozkładu Normalnego (Rysunek 4.14) czy Studenta, bądź też modelowanie z wykorzystaniem koncepcji GED. Pewne różnice w samych rozkładach zostały już zobrazowane na rysunku 4.9. Ocenę wpływu sposobu modelowania zakłóceń losowych na szacunki *VaR* najlepiej przeprowadzić w obrębie tego samego modelu. Wówczas różnice dają się zauważyć.



Rysunek 4.14. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla temperatury Szczecina uzyskane za pomocą modelu RiskMetrics Normal Drift oraz symulacji Monte Carlo w roku 2020.  
Źródło: opracowanie własne.

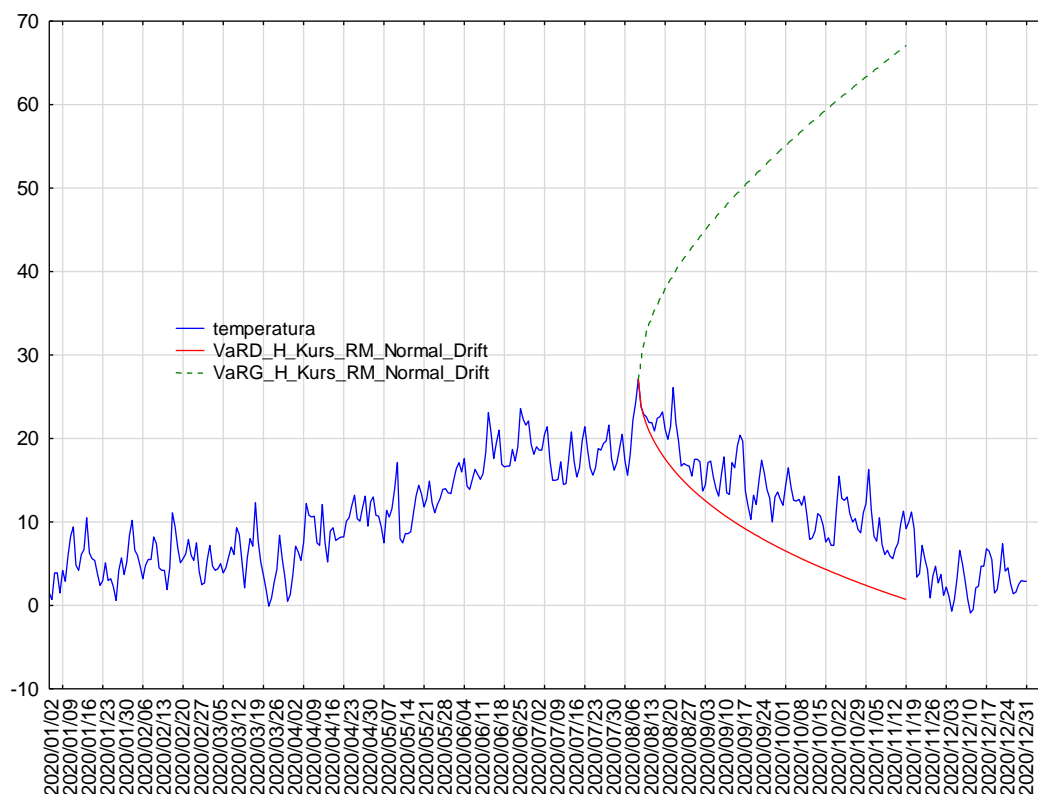
Ponieważ zasadniczym celem *Value-at-Risk* jest wskazywanie przyszłych stanów warto w tym miejscu wspomnieć o pewnej możliwości jaką niesie w sobie ta koncepcja. Chodzi bowiem o generowanie prognoz czynników pogodowych na okresy znacznie dłuższe niż tylko jeden dzień. Skalując odpowiednio wariancję długookresową horyzontem prognozy  $h$  pozwala na uzyskanie tzw. stożków prognozy (Rysunek 4.15):

$$\sigma_{t+h|t}^2 = h \cdot \sigma_{t+1|t}^2 \quad (4.2)$$

$$\sigma_{t+h|t} = \sqrt{h} \cdot \sigma_{t+1|t}. \quad (4.3)$$

Wzmocnieniem skuteczności szacunków wartości zagrożonej może być wdrożenie metod *resamplingowych*<sup>15</sup>, do których zalicza się m.in. *bootstrap*, *jackknife* czy *blindfold*. Wykorzystanie w tym wypadku najczęściej stosowanej metody próbkowania, jaką jest *bootstrap*, pozwala uzyskać kontrolę nad poziomem błędu pogodowego *VaR*. Użycie, w analizie pogodowych szeregów czasowych, jednocześnie *Value-at-Risk* i metod ‘sznurowadłowych’ jest wyjątkowo interesujące, gdyż dodatkowe przedziały otrzymane w wyniku próbkowania, stanowią istotne wzmocnienie wskazań wartości zagrożonej.

<sup>15</sup> *Resampling* (ponowne próbkowanie) jest podejściem statystycznym, które opiera się na analizie empirycznej, opartej na obserwowanych danych, zamiast na teorii asymptotycznej i parametrycznej. Jest nieparametryczną metodą wnioskowania statystycznego. Innymi słowy, metoda próbkowania nie wymaga wykorzystania znanych rozkładów (na przykład tabel rozkładu normalnego) w celu obliczenia przybliżonych wartości istotności statystycznej. Celem ponownego próbkowania jest podjęcie decyzji inferencyjnej, która jest tym samym celem, co parametryczny test statystyczny, taki jak konwencjonalna analiza wariancji (ANOVA). Różnica polega na sposobie osiągnięcia celu.



Rysunek 4.15. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics Normal Drift) dla dziennych wartości temperatury w Szczecinie ( $h=100$ ).

Źródło: opracowanie własne.

Pamiętać jednak należy, że przedstawiona w niniejszym podrozdziale koncepcja modelowania, będąca elementem procesu zarządzania ryzykiem pogodowym, stanowi jedynie obrazowy przykład przewidywania zmian czynników pogodowych w krótszym bądź też dłuższym horyzoncie czasowym (stożki prognozy). Tym samym, w porównaniu z klasycznymi prognozami, pozwala skupić uwagę na zmienności czynników pogodowych, określonej jako obserwowane odchylenie stanów pogodowych od normalnej, długoterminowej wartości. Wzmacnia zatem wszelkie przewidywania, a to z kolei przyczynia się do zwiększenia precyzji prognoz w zakresie ewentualnych zmian zmiennych pogodowych. Szeroka wiedza w tym zakresie, przy dodatkowej informacji, który czynnik determinuje zmiany nastrojów inwestycyjnych, ma niebagatelne znaczenie w procesie inwestowania. Pozwala bowiem w pewnym sensie, z niewielkim wyprzedzeniem, przewidzieć zachowania inwestorów. Coraz częściej pojawiają się bowiem modele, które uwzględniają w swej strukturze czynniki behawioralne, jak chociażby rozpatrywane w tym wypadku zmienne meteorologiczne.





## **Rozdział 5**

# **Badanie wpływu informacji pogodowych na ceny akcji wybranych spółek**

*'... Warunki meteorologiczne oddziałują na organizm człowieka w sposób ciągły, prowadząc do szeregu reakcji fizjologicznych i behawioralnych. W dużej mierze to właśnie warunki meteorologiczne kształtowały cywilizację, sposób ich życia, architekturę i sztukę. W dzisiejszych czasach, w których obserwowane są dynamiczne zmiany klimatu oraz częste i gwałtowne anomalie pogodowe, warunki meteorologiczne stają się czynnikiem bezpośrednio wpływającym na jakość życia, a niejednokrotnie zagrażają zdrowiu człowieka. W tym zakresie szczególnego znaczenia nabierają fale upałów i chłodu, których efektem jest gwałtowny wzrost umieralności. Duże znaczenie mają również znaczne międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego, które prowadzą do gorszego samopoczucia oraz skłonności do zachowań agresywnych lub osłabienia zdolności koncentracji ...' (Krzyszowiak i Pawlas, 2015).*

*W ramach niniejszego rozdziału dokonuje się empiryczna analiza wpływu czynników meteorologicznych na stymulowanie nastrojów inwestorów giełdowych a tym samym badanie wpływu informacji pogodowych na akcje wybranych spółek notowanych na GPW w Warszawie.*

### **5.1. Modelowanie wpływu nastroju inwestorów na ceny akcji wybranych spółek**

Literatura psychologiczna rozważa, jak emocje i nastroje wpływają na podejmowanie decyzji przez ludzi, co też zostało w pewnym zakresie opisane we wcześniejszych podrozdziałach. Wydaje się, że osoby, których stan emocjonalny potocznie określany może być mianem dobrego humoru, dokonują bardziej optymistycznych wyborów. Na taki stan emocjonalny ma wpływ wiele rodzajów pozytywnych ocen, wśród których można odnaleźć stany zadowolenia: z życia, z przeszłych wydarzeń, z ludzi czy chociażby produktów konsumenckich (Wright i Bower, 1992), (Bagozzi, Mahesh i Prashnath, 1999). Ludzie, którzy są w złym bądź dobrym nastroju, mają tendencję do przenoszenia tego stanu na jego dostępność w pamięci. Oznacza to, że negatywny czy pozytywny, w zależności od nastroju, zakres informacji w pamięci jest bardziej dostępny (nawet w przypadku, gdy pamięć musi się zdecydowanie cofnąć w czasie) (Isen A. , Shalcker, Clark i Karp, 1978), (Forgas i Bower, 1987). Nastrój najsilniej wpływa na względnie abstrakcyjne osądy, na tematy, przy których ludziom brakuje konkretnych informacji (Clare, Schwarz i Conway, 1994), (Forgas, 1995).

Badania wykazują również, że osoby, które są w pozytywnym nastroju, częściej używają uproszczonych heurystyk, aby wspomóc proces podejmowania decyzji (Bless, Schwarz i Kimmelmeier, 1996), (Isen A. , 2000). Jednak toczy się dyskusja, czy takie zastosowanie heurystyki odzwierciedla niedostatki poznawcze wiążące się z pozytywnym nastawieniem, czy też jest to efekt wykorzystywania środków upraszczających złożone dane.

Kilka dotychczasowych badań wykazało, że negatywny nastrój zazwyczaj stymuluje ludzi do podejmowania szczegółowych działań analitycznych, podczas gdy pozytywny wiąże się z mniej krytycznymi sposobami przetwarzania informacji (Schwarz, 1990), (Petty, Gleicher i Baker, 1991) (Sinclair i Mark, 1995). W pracy zespołu H. Blessa (1996) stwierdzono, że pozytywne nastawienie do rzeczywistości skutkuje przykładaniem większej wagi do informacji o kategorii, co z kolei przekłada się na bardziej uproszczone schematy stereotypów. Badania te dostarczają dowodów na to, że ‘dobre’ nastroje przekładają się na zwiększanie zaufania ludzi do ‘istniejących wcześniej struktur wiedzy’, ale niekoniecznie mają wpływ na ogólny spadek motywacji lub zdolności do skutecznego myślenia. Pozytywem oddziaływania ‘dobrych’ nastrojów jest tendencja do generowania bardziej niezwykłych skojarzeń i kreatywnego rozwiązywania problemów, a zatem pośrednio wykazania większej elastyczności umysłowej (Isen A. , 2000).

Emocje wpływają zarówno na oceny perspektyw na przyszłość (Johnson i Tversky, 1983), (Arkes, Herren i Isen, 1988), jaki i na oceny ryzyka (Loewenstein, Weber, Hsee i Welch, 2001), (Slovic, Finucan, Peters i MacGregor, 2007). Jednak nie można jednoznacznie określić kierunku wpływu nastrojów na ocenę ryzyka – proces ten jest złożony i zależy od rodzaju zadania oraz złożoności sytuacji.

Teoria stanów afektywnych w tym miejscu głosi, że stany te dostarczają jednostkom informacji o środowisku (Frijda, 1988), (Schwarz, 1990). Można odnaleźć istotną liczbę badań potwierdzających informacyjną rolę tego efektu (Schwarz, 1990), (Wilson i Schooler, 1991), oraz (Clore, Schwarz i Conway, 1994). Jego nazwa wzięła swój początek od artykułu P. Slovica i współpracowników, gdzie wskazano, że proces podejmowania decyzji oparty na uczuciach określono mianem ‘heurystyki afektu’ (Slovic, Finucan, Peters i MacGregor, 2007).

Zdarza się, że ludzie przypisują swoje uczucia niewłaściwemu źródłu, co prowadzi do błędnych ocen. Przykładem problemu błędnej oceny jest przypisywanie promieniom słonecznym w pogodny dzień sprawstwa ogólnego szczęścia człowieka czy braku owego szczęścia w przypadku złej pogody. Wywołanie dyskusji o pogodzie może spowodować u ludzi zmniejszenie w znaczącym stopniu przekonania o wpływie światła słonecznego na szczęście (Schwarz i Clore, 1983). Prawdopodobnie jest to wynikiem mylnej opinii o tym, że dobry nastrój wynika z działania słońca, a nie z innych względów.

Psychologowie od dziesięcioleci dokumentują istnienie związku, w sensie statystycznym, między działaniem słońca a zachowaniami jednostek. Większość z nich sugeruje, że ludzie czują się lepiej, gdy są wystawieni na działanie promieni słonecznych. Konsekwencją zwiększenia ich optymizmu, w sytuacjach, gdy świeci słońce, jest zwiększenie skłonności do kupowania akcji. W tym miejscu pojawia się jednak dylemat, na ile jest to wynik nieprawidłowego przypisywania dobrego nastroju korzystnym prognozom gospodarczym a na ile dobrym warunkom pogodowym. Skutkiem tego jest występowanie dodatniej korelacji między nasłonecznieniem i stopami zwrotu. Należy w tym miejscu zwrócić jednak uwagę na konieczność uwzględnienia informacji (prognoza pogody), która wywoła natychmiastową, pozytywną reakcję skutkującą wzrostem cen akcji. Już samo przecież wystąpienie zwiększonej ilości światła słonecznego również powinno wpływać na proces decyzyjny inwestorów skutkujący ruchem cen. Powstaje zatem pytanie czy reakcja wystąpi wówczas dwukrotnie? Innym problemem, na który należy zwrócić uwagę jest fakt, że nasłonecznienie występujące w jednym konkretnym miejscu nie jest reprezentatywne dla pogody w całej gospodarce – ma lokalny

charakter. Ponadto światło słoneczne jest zmienną eteryczną – wartość nieoczekiwane nastłonecznienia w każdym przypadku będzie skutkowało innym przełożeniem na nastrój człowieka, będącego pod jego wpływem, zatem nie można traktować tej wielkości w kategoriach zestandaryzowanych.

Jak wskazano już znacznie wcześniej istnieją dowody, że działanie promieniowania słonecznego wpływa na rynki. Potwierdzenia tego można szukać chociażby w badaniach Saundersa E.M. Jr. (1993), który stwierdza występowanie ujemnego związku zachmurzenia ze stopy zwrotów z nowojorskiej giełdy.

Zła pogoda może komplikować sytuację rynkową, komunikację lub inne działania komercyjne. Stąd też zasadne wydaje się przeanalizowanie ewentualnego wpływu nastłonecznienia oraz innych czynników pogodowych na rynek akcji. Jednak nie tylko odpowiednia ilość słońca może wywoływać istotne zmiany na rynkach giełdowych. Występuje bowiem szereg badań wskazujących istotność również innych pogodowych determinant jak chociażby temperatura czy ciśnienie atmosferyczne. Zatem dalsze badania w tym zakresie mogą okazać się niezwykle interesujące, a ewentualne spostrzeżenia dać nowy ogląd na pewne zależności.

Analizę ewentualnego wpływu czynników meteorologicznych na rynek giełdowy należałoby rozpocząć od badania kointegracji. Badanie korelacyjne w tym wypadku nie przynosi zadawalających efektów, gdyż nie mówi o długoterminowej współzależności szeregów. Tym samym współczynniki korelacji nie stanowią odpowiedniej miary by zmierzyć omawiany efekt. Co istotne, efekt kointegracji może występować również w przypadku identyfikacji niskiej korelacji.

Dwa najczęstsze podejścia do testowania omawianego zjawiska to metoda Engle-Grangera (Engle i Granger, 1987) oraz metoda Johansena (Johansen, 1988). Twórcy pierwszej z nich proponują względnie proste podejście do oszacowania stopnia kointegracji, a mianowicie wykorzystanie regresji opartej na metodzie najmniejszych kwadratów i zastosowanie jej do badanych szeregów. Następnie proponują przeprowadzenie testu stacjonarności (testy pierwiastka jednostkowego - *unit root test*) dla reszt oszacowanego modelu regresji. Obydwa prezentowane podejścia mają jednak zastosowanie w przypadku niestacjonarnych szeregów czasowych.

Tym samym istotna staje się wstępna analiza występowania (bądź nie) pierwiastka jednostkowego. W celu zbadania ewentualnego stopnia integracji stosuje się test *ADF* (*Augmented Dickey-Fuller test*) oraz test *KPSS* (*Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shine test*) (Maddala, 2006).

W teście *ADF* hipoteza zerowa mówi, że szereg czasowy jest niestacjonarny, hipoteza alternatywna jest jej zaprzeczeniem. Punktem wyjścia w budowie statystyki testu jest równanie regresji o postaci (Maddala, 2006), (Welfe, 2009):

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t . \quad (5.1)$$

Parametry strukturalne ( $\delta$ ,  $\gamma$ ) tego modelu szacowane są metodą najmniejszych kwadratów. Suma opóźnionych składników po prawej stronie służy temu, aby usunąć autokorelację składnika losowego. Liczba opóźnień  $k$  tej sumy nazywana jest augmentacją testu. Statystyką testu jest iloraz wartości współczynnika stojącego przy opóźnionej zmiennej z równania 5.1 oraz odchylenia standardowego szacunku tego współczynnika  $S(\delta)$ :

$$\tau = \frac{\delta}{S(\delta)} . \quad (5.2)$$

Przeciwko hipotezie zerowej świadczą wartości statystyki  $\tau$  mniejsze od wartości krytycznej. Rozkład statystyki  $\tau$  jest różny od rozkładów standardowych, mimo podobieństwa tej statystyki do stosowanej w testowaniu istotności parametrów strukturalnych klasycznego modelu regresji liniowej. Wynika stąd konieczność wykorzystywania odpowiednio przygotowanych tablic wartości krytycznych.

W teście *KPSS* hipotezy zerowa i alternatywna mają układ odwrotny niż w teście Dickeya-Fullera. Hipoteza zerowa mówi, że szereg czasowy jest stacjonarny, alternatywna natomiast stanowi jej przeciwieństwo. Statystyka testu *KPSS* ma złożoną konstrukcję i bardzo skomplikowany rozkład prawdopodobieństwa. Wyznaczanie wartości statystyki testu *KPSS* można przedstawić następująco (Maddala, 2006), (Welfe, 2009):

- przy pomocy KMK wyznaczone są parametry strukturalne i reszty równania

$$y_t = \delta + \zeta t + \varepsilon_t, \quad (5.3)$$

- wyznaczone są sumy reszt

$$S_t = \sum_{r=1}^t e_r, \quad (5.4)$$

dla  $t = 1, \dots, T$ , gdzie  $T$  długość badanego szeregu czasowego,

- wyznaczana jest suma reszt zgodnego estymatora wariancji długookresowej reszt –  $S^2(k)$ ,
- wartość statystyki testu  $\eta$  jest obliczana z wzoru:

$$\eta = \frac{\sum_{t=1}^T S_t}{T^2 S^2(k)}. \quad (5.5)$$

Hipoteza zerowa jest odrzucana, gdy wartość statystyki testu jest większa od wartości krytycznej.

Testy *ADF* i *KPSS*, o przeciwnie sformułowanych hipotezach zerowych, są wykorzystywane w tak zwanej analizie potwierdzającej (Hamulczuk, Grudkowska, Gędek, Klimkowski i Stańko, 2013). Zgodnie z tą analizą odrzucenie hipotezy zerowej w teście *ADF* i stwierdzenie braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej w teście *KPSS*, ‘silnie wskazuje’ na stacjonarność badanego szeregu czasowego, a sytuacja odwrotna ‘silnie wskazuje’ na niestacjonarność. Stąd też zwyczajowo stosuje się obydwie testy równocześnie.

Przystępując jednak do samego badania należy określić próbę badawczą, poddawaną analizie. W przypadku niniejszej dysertacji i badań w niej zawartych przedmiot rozważań stanowią spółki sektora energetycznego oraz paliwowego notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie jak również spółki zaliczane do branży budowlanej. Tym samym wyszczególniono 15 spółek wchodzących w skład pierwszej wymienionej grupy oraz 20 podmiotów zaliczanych do drugiego wymienionego sektora, kierując się w ich wyborze kryterium wartości giełdowej spółki. Jako zmienne endogeniczne użyto tutaj wartości stopy zwrotu analizowanych spółek oraz ich wolumenu obrotu. Co za tym idzie badanie przeprowadzane jest dwuwariantowo. Ewentualny element przyczynowy stanowią z kolei czynniki pogodowe, w przypadku których dane meteorologiczne pochodzą ze stacji pogodowych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej zgodnych zarówno z lokalizacją siedziby danej spółki, jak i w drugim rozpatrywanym wariancie z lokalizacją rodzimego parkietu. Rozpatrywane determinanty pogodowe dotyczą czynników, których własności zostały już wstępnie przeanalizowane w poprzednim rozdziale, a więc związane są z takimi elementami jak przeciętne wartości temperatury, zachmurzenia, opadów, prędkości wiatru, ciśnienia, usłonecznienia czy też

wilgotności. Horyzont czasowy badań to lata 2015-2020, co pozwala na uzyskanie stosunkowo licznych szeregów czasowych (około 1500 obserwacji).

Analizując zatem fakt występowania pierwiastka jednostkowego, jako pierwsze, przebadano szeregi czasowe związane z ww. podmiotami gospodarczymi. Wyniki jakie otrzymuje się w ich wypadku obrazuje poniższa tabela (Tabela 5.1).

Tabela 5.1. Wyniki testów stacjonarności analizowanych giełdowych szeregów czasowych.

Instrument	Test ADF				Test KPSS	
	augmentacja	statystyka testu	$\rho$	Autokorelacja reszt rzędu pierwszego	statystyka testu	wartość krytyczna $\alpha=5\%$ i $\alpha=1\%$
<b>Sektor paliwowo-energetyczny</b>						
<b>Będzin</b>						
stopa zwrotu	0	-45,1744	0,0001	-0,015	0,267245	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-26,9194	$1,22 \cdot 10^{-44}$	-0,048	1,55135	
<b>Enea</b>						
stopa zwrotu	0	-35,7359	$1,209 \cdot 10^{-24}$	0,001	0,0336968	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-29,3397	$4,378 \cdot 10^{-41}$	-0,047	1,5934	
<b>Energa</b>						
stopa zwrotu	0	-38,5467	$4,595 \cdot 10^{-16}$	0,000	0,167231	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-24,3335	$2,797 \cdot 10^{-46}$	-0,077	15,8041	
<b>Kogeneracja</b>						
stopa zwrotu	0	-43,3854	0,0001	0,000	0,244913	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-32,4472	$4,448 \cdot 10^{-46}$	-0,014	0,622624	
<b>ML System</b>						
stopa zwrotu	0	-23,4542	$1,643 \cdot 10^{-39}$	0,008	0,227393	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-11,0043	$5,512 \cdot 10^{-21}$	-0,132	17,5675	
<b>PGE</b>						
stopa zwrotu	0	-35,2625	$4,451 \cdot 10^{-26}$	0,000	0,0331372	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-32,7535	$2,832 \cdot 10^{-33}$	-0,020	0,711201	
<b>Polenergia</b>						
stopa zwrotu	0	-37,1847	$3,35 \cdot 10^{-20}$	0,002	0,512327	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-32,4881	$5,693 \cdot 10^{-34}$	-0,017	0,564129	
<b>Tauron</b>						
stopa zwrotu	0	-34,277	$5,311 \cdot 10^{-29}$	0,002	0,197904	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-22,4762	$5,342 \cdot 10^{-46}$	-0,066	6,30718	
<b>ZE PAK</b>						
stopa zwrotu	0	-39,7838	$1,823 \cdot 10^{-12}$	0,000	0,220253	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-31,2886	$5,69 \cdot 10^{-37}$	-0,020	1,21612	
<b>Lotos</b>						
stopa zwrotu	0	-37,0133	$9,972 \cdot 10^{-21}$	0,000	0,341766	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-26,2367	$2,668 \cdot 10^{-45}$	-0,059	6,07647	
<b>PGNiG</b>						
stopa zwrotu	0	-40,1176	$1,547 \cdot 10^{-11}$	-0,001	0,0832338	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-27,1884	$2,433 \cdot 10^{-44}$	-0,052	3,88616	
<b>PKN Orlen</b>						
stopa zwrotu	0	-38,8361	$3,331 \cdot 10^{-15}$	-0,000	0,322831	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-25,0214	$4,504 \cdot 10^{-46}$	-0,072	4,87167	
<b>Skotan</b>						
stopa zwrotu	0	-39,3587	$1,12 \cdot 10^{-13}$	-0,000	0,265419	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-20,6904	$1,389 \cdot 10^{-44}$	-0,121	26,4245	
<b>Thermo-Rex</b>						
stopa zwrotu	0	-37,8209	$2,962 \cdot 10^{-18}$	-0,001	0,125941	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-24,7204	$3,518 \cdot 10^{-46}$	-0,101	1,09612	
<b>Unimot</b>						
stopa zwrotu	0	-36,564	$4,148 \cdot 10^{-22}$	0,001	0,136023	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-19,4235	$6,205 \cdot 10^{-43}$	-0,131	53,4383	
<b>Sektor budowlany</b>						
<b>Budimex</b>						
stopa zwrotu	0	-42,0902	$4,54 \cdot 10^{-07}$	-0,001	0,131727	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-32,5361	$1,59 \cdot 10^{-34}$	-0,020	0,61425	

Decora						
stopa zwrotu	0	-41,2722	$4,78 \cdot 10^{-09}$	0,001	0,0831973	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-26,6729	$2,08 \cdot 10^{-45}$	-0,026	3,11076	
Dekpol						
stopa zwrotu	0	-42,301	$1,67 \cdot 10^{-06}$	0,000	0,110978	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-38,1663	$9,53 \cdot 10^{-18}$	-0,001	0,553377	
Erbud						
stopa zwrotu	0	-41,6949	$5,37 \cdot 10^{-08}$	0,002	0,738487	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-26,9908	$4,42 \cdot 10^{-45}$	-0,035	2,73699	
Ferro						
stopa zwrotu	0	-44,7422	0,0001	-0,003	0,142593	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-33,7272	$2,84 \cdot 10^{-31}$	0,001	0,802417	
InstalkRK						
stopa zwrotu	0	-41,7589	$7,65 \cdot 10^{-08}$	-0,001	0,246986	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-36,7256	$2,66 \cdot 10^{-22}$	-0,006	0,828391	
Lentex						
stopa zwrotu	0	-42,9241	$2,84 \cdot 10^{-05}$	-0,002	0,084403	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-28,8974	$1,89 \cdot 10^{-42}$	-0,034	4,35026	
Mercor						
stopa zwrotu	0	-41,5254	$2,07 \cdot 10^{-08}$	0,001	0,207119	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-34,1625	$4,99 \cdot 10^{-30}$	-0,013	1,54876	
MFO						
stopa zwrotu	0	-45,3625	0,0001	0,001	0,109298	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-32,4541	$9,83 \cdot 10^{-35}$	-0,018	0,625438	
Mirbud						
stopa zwrotu	0	-39,9564	$1,39 \cdot 10^{-12}$	0,000	0,53282	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-22,3093	$2,93 \cdot 10^{-46}$	-0,042	1,60499	
Pekabex						
stopa zwrotu	0	-45,0239	0,0001	-0,007	0,251419	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-34,6342	$6,36 \cdot 10^{-28}$	-0,014	2,38774	
PolimexMS						
stopa zwrotu	0	-41,231	$3,76 \cdot 10^{-09}$	0,000	0,201539	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-19,1558	$9,29 \cdot 10^{-43}$	0,023	6,42845	
Pozbud						
stopa zwrotu	0	-41,7839	$8,71 \cdot 10^{-08}$	0,001	0,166981	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-24,875	$1,42 \cdot 10^{-46}$	-0,031	13,7627	
Ropczyce						
stopa zwrotu	0	-43,3681	0,0001	-0,001	0,0433965	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-28,9215	$2,07 \cdot 10^{-42}$	-0,049	2,15754	
SelenaFM						
stopa zwrotu	0	-44,074	0,0001	-0,007	0,132892	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-33,8745	$7,43 \cdot 10^{-31}$	-0,012	1,1886	
Śnieżka						
stopa zwrotu	0	-45,2899	0,0001	-0,007	0,0602706	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-28,9708	$2,49 \cdot 10^{-42}$	0,035	0,523277	
Torpol						
stopa zwrotu	0	-39,2622	$1,37 \cdot 10^{-14}$	-0,001	0,169536	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-31,6256	$8,08 \cdot 10^{-37}$	-0,014	1,0935	
Trakcja						
stopa zwrotu	0	-36,4081	$2,75 \cdot 10^{-23}$	0,004	0,196324	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-17,5022	$1,15 \cdot 10^{-39}$	-0,111	12,9292	
Ulma						
stopa zwrotu	0	-49,2734	0,0001	-0,013	0,0532795	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-34,3713	$2,01 \cdot 10^{-29}$	-0,011	2,5795	
Unibep						
stopa zwrotu	0	-41,409	$1,07 \cdot 10^{-08}$	0,000	0,180101	0,462/0,743
wolumen obrotu	0	-38,0479	$3,13 \cdot 10^{-18}$	-0,011	0,778914	

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wartości poszczególnych statystyk testowych pozwala stwierdzić, że stopa zwrotu rozważanych instrumentów jest wielkością stacjonarną w sensie ‘silnym’, poza trzema przypadkami Polenergii oraz Erbudu i Mirbudu. Nieco odmiennie rezultaty otrzymuje się w przypadku weryfikacji szeregu czasowego w postaci wolumenu obrotu.

Nie są one jednorodne dla obydwu rozpatrywanych testów. Test *KPSS* wyraźnie wyklucza bowiem efekt stacjonarności. Przy wartości krytycznej 0,743 dla  $\alpha=0,01$  w trzech przypadkach, Kogeneracja, PGE i Polenergia, można by założyć stacjonarność szeregu. Jeśli jednak przyjmiemy klasyczny poziom istotności 0,05 (wartość krytyczna 0,462) występowanie pierwiastka jednostkowego jest powszechne. Przyjmuje się zatem, że wolumen obrotu jest szeregiem niestacjonarnym w przekroju wszystkich rozpatrywanych w analizie podmiotów. Ewentualne zwiększenie liczby opóźnień nie poprawia istotnie wartości statystyki testu *KPSS*.

Analogiczna analiza dla zmiennych pogodowych wymaga rozbicia na poszczególne stacje pogodowe (w zależności od lokalizacji danej spółki giełdowej) w przekroju rozpatrywanych czynników meteorologicznych. W tym wariancie otrzymujemy wyniki jak w tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Wyniki testów stacjonarności analizowanych pogodowych szeregów czasowych.

Instrument	Test ADF				Test KPSS	
	augmentacja	statystyka testu	$p$	Autokorelacja reszt rzędu pierwszego	statystyka testu	wartość krytyczna $\alpha=5\%$ i $\alpha=1\%$
Białystok						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,20547	$1,238 \cdot 10^{-10}$	-0,012	1,01974	0,462/0,743
	2	-5,8199	$3,209 \cdot 10^{-07}$	-0,017	0,360086	
Suma dobową opadu [mm]	0	-34,4071	$2,562 \cdot 10^{-29}$	-0,004	0,168474	
Ustępnienie [godziny]	0	-20,6125	$8,708 \cdot 10^{-45}$	-0,150	0,884632	
	2	-11,0871	$9,973 \cdot 10^{-23}$	-0,028	0,418142	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-29,1976	$6,219 \cdot 10^{-42}$	-0,014	0,673094	
	2	-22,5626	$6,121 \cdot 10^{-51}$	-0,001	0,447153	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-21,7375	$7,115 \cdot 10^{-46}$	-0,055	0,746946	
	2	-14,0941	$2,091 \cdot 10^{-32}$	-0,009	0,377762	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-25,7525	$3,837 \cdot 10^{-46}$	-0,007	0,945869	
	4	-13,5413	$1,132 \cdot 10^{-30}$	-0,004	0,453292	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-16,4305	$2,901 \cdot 10^{-37}$	-0,104	0,916134	
	2	-10,8943	$4,239 \cdot 10^{-22}$	-0,014	0,391593	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,934	$1,985 \cdot 10^{-38}$	0,136	0,540142	
	1	-19,0012	$1,872 \cdot 10^{-45}$	0,007	0,318003	
Gdańsk						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-6,65853	$3,412 \cdot 10^{-09}$	-0,072	1,7704	0,462/0,743
	3	-4,45161	0,0002352	-0,010	0,47314	
	4	-4,0727	0,001076	-0,005	0,383428	
Suma dobową opadu [mm]	0	-34,7505	$1,292 \cdot 10^{-27}$	-0,003	0,163824	
Ustępnienie [godziny]	0	-19,4848	$5,023 \cdot 10^{-43}$	-0,153	0,64019	
	1	-13,3531	$4,477 \cdot 10^{-30}$	-0,030	0,401188	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-29,8175	$3,587 \cdot 10^{-40}$	-0,013	0,224766	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-21,8798	$1,193 \cdot 10^{-45}$	-0,030	0,328337	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-25,632	$9,492 \cdot 10^{-46}$	-0,008	0,175068	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-19,9723	$1,030 \cdot 10^{-43}$	-0,080	1,54706	
	3	-10,9294	$3,257 \cdot 10^{-22}$	-0,008	0,622093	
	4	-9,57289	$7,639 \cdot 10^{-18}$	-0,003	0,536649	
	5	-9,57289	$7,639 \cdot 10^{-18}$	-0,003	0,474977	
	6	-8,10506	$2,454 \cdot 10^{-18}$	-0,003	0,428725	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-36,563	$4,060 \cdot 10^{-22}$	-0,001	0,08257	
Katowice						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,13979	$1,901 \cdot 10^{-10}$	-0,014	1,20501	0,462/0,743
	1	-7,13979	$1,901 \cdot 10^{-10}$	-0,014	0,623102	
	2	-5,85133	$2,707 \cdot 10^{-07}$	-0,019	0,42614	

Suma dobowa opadu [mm]	0	-29,7677	$2,896 \cdot 10^{-40}$	0,011	0,251548	
Ustępnienie [godziny]	0	-21,48	$2,414 \cdot 10^{-45}$	-0,090	0,562847	
	1	-15,8271	$1,435 \cdot 10^{-37}$	-0,027	0,368371	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-29,1066	$1,678 \cdot 10^{-41}$	-0,011	0,124021	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,4955	$2,661 \cdot 10^{-46}$	-0,001	0,395364	
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-23,963	$2,561 \cdot 10^{-46}$	-0,033	0,334759	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-18,0161	$1,659 \cdot 10^{-40}$	-0,091	0,953594	
	1	-14,1497	$1,406 \cdot 10^{-32}$	-0,019	0,580763	
	2	-11,5877	$2,313 \cdot 10^{-24}$	-0,016	0,436156	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-37,7039	$1,303 \cdot 10^{-18}$	-0,000	0,058875	
<b>Koło</b>						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-8,67207	$9,31 \cdot 10^{-15}$	-0,072	1,41405	
	1	-7,83009	$1,563 \cdot 10^{-12}$	-0,015	0,74307	
	2	-6,50895	$6,501 \cdot 10^{-12}$	-0,020	0,512845	
	3	-5,65398	$7,779 \cdot 10^{-07}$	-0,013	0,394922	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-34,2158	$3,527 \cdot 10^{-29}$	-0,010	0,382024	
Ustępnienie [godziny]	0	-19,3793	$7,278 \cdot 10^{-43}$	-0,111	1,74328	
	3	-9,48067	$1,495 \cdot 10^{-17}$	-0,014	0,669196	
	6	-6,88035	$6,935 \cdot 10^{-10}$	-0,007	0,439224	
Czas trwania opadu deszczu [godziny] *	-	-	-	-	-	0,462/0,743
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty] *	-	-	-	-	-	
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-24,3227	$2,808 \cdot 10^{-46}$	0,004	2,58317*	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-20,5403	$2,046 \cdot 10^{-44}$	-0,088	0,723716	
	2	-13,4426	$2,324 \cdot 10^{-30}$	-0,006	0,36095	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-24,4785	$3,020 \cdot 10^{-46}$	0,018	0,237739	
<b>Kraków</b>						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,08379	$2,616 \cdot 10^{-10}$	-0,017	0,948207	
	2	-5,7066	$5,888 \cdot 10^{-07}$	-0,019	0,334002	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-33,5975	$1,224 \cdot 10^{-31}$	-0,005	0,110064	
Ustępnienie [godziny]*	-	-	-	-	-	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,0542	$2,617 \cdot 10^{-40}$	-0,007	0,238962	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,2062	$1,235 \cdot 10^{-46}$	0,005	0,3403	0,462/0,743
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-25,265	$2,052 \cdot 10^{-46}$	0,017	0,620985	
	1	-22,3005	$1,124 \cdot 10^{-50}$	0,002	0,43273	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-17,1839	$5,537 \cdot 10^{-39}$	-0,077	0,582548	
	1	-14,1166	$1,781 \cdot 10^{-32}$	-0,014	0,344374	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,9757	$1,600 \cdot 10^{-38}$	0,122	0,57404	
	1	-18,6485	$1,057 \cdot 10^{-44}$	0,013	0,338232	
<b>Łódź</b>						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,40424	$3,588 \cdot 10^{-11}$	-0,008	0,95005	
	2	-6,03828	$9,686 \cdot 10^{-08}$	-0,019	0,336404	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-35,746	$2,602 \cdot 10^{-25}$	-0,008	0,310822	
Ustępnienie [godziny]	0	-20,4998	$1,182 \cdot 10^{-44}$	-0,089	0,552748	
	1	-15,6757	$3,875 \cdot 10^{-37}$	-0,023	0,348115	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,5949	$3,535 \cdot 10^{-39}$	-0,022	0,258138	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,0394	$1,380 \cdot 10^{-46}$	-0,009	0,324582	0,462/0,743
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-25,3617	$2,288 \cdot 10^{-46}$	0,018	1,31803	
	16	-9,59717	$6,398 \cdot 10^{-18}$	0,000	0,458593	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-17,0537	$1,072 \cdot 10^{-38}$	-0,081	1,21248	
	3	-10,0995	$1,590 \cdot 10^{-19}$	-0,007	0,428618	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-17,1783	$5,695 \cdot 10^{-39}$	0,124	0,689866	
	1	-18,9416	$2,494 \cdot 10^{-45}$	0,008	0,407966	
<b>Opole</b>						
	0	-7,07552	$2,816 \cdot 10^{-10}$	-0,026	1,33778	0,462/0,743



Średnia temperatura dobową [°C]	1	-7,07552	2,816·10 <sup>-10</sup>	-0,026	0,691499	
	3	-5,09242	1,316·10 <sup>-05</sup>	-0,012	0,361584	
Suma dobową opadu [mm]	0	-31,9168	1,924·10 <sup>-35</sup>	0,002	0,378751	
Ustęncznienie [godziny]	0	-21,0854	5,413·10 <sup>-45</sup>	-0,083	0,902082	
	1	-15,8983	9,025·10 <sup>-38</sup>	-0,020	0,585193	
	2	-12,8863	1,397·10 <sup>-28</sup>	-0,013	0,453552	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,7234	2,881·10 <sup>-38</sup>	-0,010	0,204915	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,8487	2,522·10 <sup>-46</sup>	0,010	0,83843	
	1	-23,8487	2,522·10 <sup>-46</sup>	0,010	0,578392	
	3	-14,4701	1,453·10 <sup>-33</sup>	-0,004	0,432415	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-25,9243	1,508·10 <sup>-45</sup>	-0,009	0,863139	
	1	-25,9243	1,508·10 <sup>-45</sup>	-0,009	0,625829	
	4	-12,846	1,882·10 <sup>-28</sup>	-0,004	0,434788	
Średnia dobową wilgotność względna [%]	0	-18,1574	8,876·10 <sup>-41</sup>	-0,052	1,09771	
	1	-15,1546	1,272·10 <sup>-35</sup>	-0,011	0,670549	
	3	-10,9599	2,592·10 <sup>-22</sup>	-0,005	0,420646	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,6104	1,589·10 <sup>-37</sup>	0,120	0,769283	
	1	-18,2133	9,967·10 <sup>-44</sup>	0,010	0,45597	
Płock						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-6,99126	4,698·10 <sup>-10</sup>	-0,033	1,47473	0,462/0,743
	2	-5,58178	1,136·10 <sup>-06</sup>	-0,014	0,5203	
	3	-4,95821	2,484·10 <sup>-05</sup>	-0,010	0,39773	
Suma dobową opadu [mm]	0	-35,313	6,230·10 <sup>-26</sup>	-0,003	0,304473	
Ustęncznienie [godziny]	0	-20,1164	6,670·10 <sup>-44</sup>	-0,132	2,02128	
	4	-8,35138	4,542·10 <sup>-14</sup>	-0,005	0,663181	
	8	-5,75981	4,434·10 <sup>-07</sup>	-0,006	0,424006	
Czas trwania opadu deszczu [godziny] *	-	-	-	-	-	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty] *	-	-	-	-	-	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-24,7962	3,693·10 <sup>-46</sup>	0,005	0,574085	
	1	-24,7962	3,693·10 <sup>-46</sup>	0,005	0,404819	
Średnia dobową wilgotność względna [%]	0	-17,9255	2,479·10 <sup>-40</sup>	-0,076	0,751211	
	1	-14,4365	1,840·10 <sup>-33</sup>	-0,028	0,456504	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-30,1558	1,738·10 <sup>-39</sup>	-0,014	0,328276	
Poznań						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-6,65828	3,418·10 <sup>-09</sup>	-0,072	1,76816	0,462/0,743
	2	-5,09625	1,292·10 <sup>-05</sup>	-0,017	0,62002	
	4	-4,0782	0,001053	-0,005	0,382957	
Suma dobową opadu [mm]	0	-34,7403	1,222·10 <sup>-27</sup>	-0,003	0,163108	
Ustęncznienie [godziny]	0	-19,489	4,976·10 <sup>-43</sup>	-0,153	0,637882	
	1	-13,3568	4,357·10 <sup>-30</sup>	-0,031	0,399831	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,5269	1,066·10 <sup>-38</sup>	-0,010	0,26433	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,0241	3,292·10 <sup>-46</sup>	-0,023	0,436696	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-25,5923	9,047·10 <sup>-46</sup>	-0,008	0,174762	
Średnia dobową wilgotność względna [%]	0	-19,9831	1,002·10 <sup>-43</sup>	-0,080	1,53447	
	3	-10,9373	3,069·10 <sup>-22</sup>	-0,007	0,617552	
	6	-8,11923	2,229·10 <sup>-13</sup>	-0,003	0,42576	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-36,5527	3,827·10 <sup>-22</sup>	-0,001	0,0829056	
Rzeszów						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-4,9082	3,714·10 <sup>-05</sup>	-0,086	2,20124	0,462/0,743
	3	-3,07252	0,02868	-0,020	0,598609	
	5	-2,44556	0,1293	-0,003	0,41021	
Suma dobową opadu [mm]	0	-20,6487	1,856·10 <sup>-39</sup>	0,006	0,36761	
Ustęncznienie [godziny] *	-	-	-	-	-	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-19,7419	7,614·10 <sup>-39</sup>	-0,001	0,48412	
	1	-19,7419	7,614·10 <sup>-39</sup>	-0,001	0,393551	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-13,9563	6,826·10 <sup>-29</sup>	0,005	0,465584	
	1	-13,9563	6,826·10 <sup>-29</sup>	0,005	0,305371	

Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-13,9629	$6,574 \cdot 10^{-29}$	-0,026	0,793649	
	1	-13,9629	$6,574 \cdot 10^{-29}$	-0,026	0,521232	
	2	-13,9629	$6,574 \cdot 10^{-29}$	-0,026	0,41682	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-10,5698	$9,411 \cdot 10^{-20}$	-0,057	1,24147	
	1	-8,93491	$7,594 \cdot 10^{-16}$	-0,014	0,732705	
	3	-6,3716	$1,453 \cdot 10^{-08}$	-0,010	0,44291	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-10,5538	$1,045 \cdot 10^{-19}$	0,123	0,253807	
Warszawa						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-6,76346	$1,839 \cdot 10^{-09}$	-0,011	1,5111	0,462/0,743
	2	-5,5279	$1,502 \cdot 10^{-06}$	-0,017	0,531333	
	3	-4,81845	$4,731 \cdot 10^{-05}$	-0,011	0,405907	
Suma dobową opadu [mm]	0	-32,9775	$1,137 \cdot 10^{-32}$	-0,015	0,181474	
Ustępnienie [godziny]	0	-19,1301	$1,774 \cdot 10^{-42}$	-0,108	1,49115	
	2	-10,946	$2,876 \cdot 10^{-22}$	-0,014	0,700215	
	5	-8,64524	$5,879 \cdot 10^{-15}$	-0,003	0,422109	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-28,8845	$6,807 \cdot 10^{-42}$	-0,031	0,364404	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-21,0338	$6,075 \cdot 10^{-45}$	-0,042	0,449521	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-26,2856	$2,938 \cdot 10^{-45}$	0,016	0,207873	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-15,1308	$7,267 \cdot 10^{-34}$	-0,096	0,971395	
	1	-12,3351	$8,475 \cdot 10^{-27}$	-0,022	0,56053	
	2	-9,91117	$6,393 \cdot 10^{-19}$	-0,010	0,408821	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,5259	$2,494 \cdot 10^{-37}$	0,127	0,604866	
	1	-18,3115	$5,948 \cdot 10^{-44}$	0,006	0,357926	
Wrocław						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,19858	$1,324 \cdot 10^{-10}$	-0,053	1,26901	0,462/0,743
	1	-6,71721	$1,874 \cdot 10^{-09}$	-0,011	0,656972	
	2	-5,60812	$9,898 \cdot 10^{-07}$	-0,017	0,449098	
Suma dobową opadu [mm]	0	-34,2791	$5,387 \cdot 10^{-29}$	-0,001	0,244142	
Ustępnienie [godziny]	0	-20,676	$1,440 \cdot 10^{-44}$	-0,083	0,819525	
	1	-15,7089	$3,113 \cdot 10^{-37}$	-0,022	0,526736	
	2	-12,5505	$1,695 \cdot 10^{-27}$	-0,017	0,406633	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-31,9303	$2,108 \cdot 10^{-35}$	-0,007	0,146045	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-24,2092	$2,697 \cdot 10^{-46}$	-0,004	0,72669	
	2	-16,4118	$3,403 \cdot 10^{-39}$	-0,005	0,423752	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-23,7511	$2,549 \cdot 10^{-46}$	0,005	0,425851	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-17,8176	$4,064 \cdot 10^{-40}$	-0,079	1,37126	
	2	-11,3257	$1,659 \cdot 10^{-23}$	-0,012	0,625453	
	4	-9,09078	$2,496 \cdot 10^{-16}$	-0,007	0,434634	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,6966	$1,012 \cdot 10^{-37}$	0,119	0,88018	
	1	-18,2764	$7,148 \cdot 10^{-44}$	0,007	0,522589	
	2	-15,7554	$2,294 \cdot 10^{-37}$	0,001	0,407097	

\* brak danych dla danej stacji pogodowej.

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowane powyższej dane potwierdzają w znacznej mierze niestacjonarność w zakresie pogodowych szeregów czasowych. Oczywiście zdarzają się przypadki stacjonarności, lecz dotyczą głównie takich zmiennych jak suma dobową opadów bądź czas trwania opadu deszczu. Jest to w pewnym sensie spowodowane charakterem samych danych. Można by tutaj założyć swego rodzaju ‘dychotomiczność’. W szeregach tego typu jest bowiem bardzo wiele obserwacji, kiedy mamy do czynienia z brakiem zjawiska, a tym samym wiele wartości jest po prostu zerowych. Ciekawa może być również obserwacja rozpatrywanego zjawiska w odniesieniu do zmiennych: średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza, średnia dobową prędkość wiatru czy też średnie dobowe zachmurzenie. Brak występowania pierwiastka jednostkowego obserwuje się odpowiednio

w 6 przypadkach na 12 lokalizacji analizując dane związane z ciśnieniem, 6 na 12 w przypadku prędkości wiatru i 6 na 10 w odniesieniu do trzeciego wymienionego składnika pogodowego (w dwóch przypadkach mamy do czynienia z brakiem pomiaru zmiennej).

Biorąc zatem pod uwagę wnioski wynikające z analizy obydwu tabel (Tabela 5.1 i Tabela 5.2), czyli badania stacjonarności dla zmiennych objaśnianych i objaśniających, należy dokonać rozgraniczenia w zakresie analizy przyczynowości. W przypadku bowiem pary zmiennych, w której obydwie wielkości cechuje brak stacjonarności, bądź gdy chociaż jedna z nich charakteryzuje się wymienioną własnością dokonuje się zasadniczo badania kointegracji opisanymi wcześniej testami Johansena oraz Engle-Grangera. Natomiast gdy analizowana para zmiennych ma wyłącznie stacjonarny charakter, analizę przyczynowości, należy rozpatrzyć w kontekście modelowania *OLS* (*ordinary least-squares*)<sup>16</sup>, czyli modeli regresyjnych. Metoda ta pozwala na szacowanie współczynników równań regresji, które opisują związek między jedną lub większą liczbą zmiennych niezależnych a zmienną zależną, poprzez minimalizację sumy kwadratów różnic między wartościami obserwowanymi a odpowiadającymi im wartościami dopasowanymi.

Proste modelowanie regresyjne (Tabela 5.3) pozwala zbadać dwuwymiarowe relacje między zmiennymi, gdzie możemy postawić hipotezę, że jedna zmienna zależy od innej zmiennej. Pozwala znaleźć średnią zależność, która może nie być oczywista tylko przez tzw. 'rzucanie okiem' na dane - wyraźne sformułowanie strukturalnych i losowych składników hipotetycznej zależności między zmiennymi. Formalnie zatem ogranicza się do konstrukcji następującego modelu:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{ti} + \varepsilon_t \quad (5.6)$$

gdzie:  $x_{ti}$  jest zmienną objaśniającą (regresorem) dla  $i$ -tego pomiaru.

Tabela 5.3. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego.

	Badanie istotności parametrów		Badanie poprawności postaci modelu		Badanie normalności		Analiza autokorelacji		Badanie stabilności parametrów	
	Test t-Studenta		Test nieliniowości na kwadraty		Test Doornika-Hansena		Test Durбина-Watsona		Test Breuscha-Pagana	
Zmienna objaśniająca	statystyka t	p	statystyka TR <sup>2</sup>	p	statystyka chi-kwadrat	p	statystyka $\hat{\rho}$	p	statystyka LM	p
Sektor paliwowo-energetyczny										
Energia - Gdańsk										
Suma dobowa opadu	0,4155	0,6778	0,53893	0,46287	989,230	0,00000	1,99345	0,44892	0,48929	0,48424
Czas trwania opadu deszczu	0,1203	0,9043	0,03104	0,86014	987,966	0,00000	1,99303	0,45175	0,58180	0,44560
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,2338	0,8152	0,16069	0,68852	988,727	0,00000	1,99356	0,44737	0,08398	0,77197
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,2360	0,8135	0,40148	0,52632	987,547	0,00000	1,9928	0,44222	0,48455	0,48636
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,057	0,2908	0,04885	0,82507	990,031	0,00000	1,99468	0,46791	0,23713	0,62628
Lotos - Gdańsk										
Suma dobowy opadu	-0,2253	0,8218	0,18092	0,67058	172,629	0,00000	1,93213	0,04423	1,59944	0,20598

<sup>16</sup> OLS (*ordinary least-squares*) – KMNK (Klasyczna Metoda Najmniejszych Kwadratów).

Czas trwania opadu deszczu	0,3028	0,7621	0,88018	0,34815	172,872	0,00000	1,93169	0,04494	0,15503	0,69377
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3510	0,7256	0,86787	0,35154	172,833	0,00000	1,93199	0,04344	0,15152	0,69708
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,5676	0,5704	0,99270	0,31908	174,404	0,00000	1,9137	0,04674	10,7185	0,00106
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,132	0,2576	3,84083	0,05002	171,344	0,00000	1,91354	0,04938	0,10499	0,74591
Skotan - Katowice										
Suma dobowa opadu	-1,040	0,2985	0,10581	0,74496	1420,31	0,00000	2,03415	0,74727	6,17972	0,01292
Czas trwania opadu deszczu	1,050	0,2939	0,00094	0,97545	1403,98	0,00000	2,03517	0,75087	7,69784	0,00553
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,3503	0,7261	0,29966	0,58409	1403,49	0,00000	2,03465	0,74662	2,36404	0,12416
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,151	0,2498	4,75327	0,02924	1421,35	0,00000	2,03951	0,77743	8,69282	0,00319
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1259	0,8998	0,74377	0,38845	1413,82	0,00000	2,03508	0,75677	2,52431	0,11210
Tauron - Katowice										
Suma dobowa opadu	-1,141	0,2542	0,70361	0,40157	464,169	0,00000	1,76016	1,7·10 <sup>-06</sup>	4,68567	0,03042
Czas trwania opadu deszczu	-0,0890	0,9291	0,06210	0,80320	464,985	0,00000	1,75960	1,5·10 <sup>-06</sup>	0,43746	0,50835
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,4410	0,6593	0,09545	0,75735	465,626	0,00000	1,75837	1,3·10 <sup>-06</sup>	0,32595	0,56805
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,5350	0,5927	0,18662	0,66574	460,212	0,00000	1,76062	1,7·10 <sup>-06</sup>	1,53124	0,21593
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1077	0,9143	0,29322	0,58816	465,123	0,00000	1,75907	1,5·10 <sup>-06</sup>	0,12615	0,72245
Thermo-Rex - Katowice										
Suma dobowa opadu	-2,092	0,0366	0,87373	0,34992	1287,46	0,00000	1,95244	0,17996	0,03009	0,86227
Czas trwania opadu deszczu	-2,818	0,0049	0,89993	0,34279	1278,22	0,00000	1,95042	0,16761	0,71550	0,39762
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,7917	0,4287	1,05526	0,30429	1283,32	0,00000	1,95379	0,18369	1,02182	0,31209
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,9550	0,3397	0,02105	0,88464	1286,16	0,00000	1,95439	0,18834	3,59585	0,05792
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,7102	0,4777	1,92546	0,16526	1293,76	0,00000	1,95365	0,18956	0,00204	0,96391
ZE Pątnów-Adamów-Konin - Koło										
Suma dobowa opadu	-0,4699	0,6385	6,17363	0,01297	1288,18	0,00000	2,05608	0,86340	0,11213	0,73772
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,4356	0,6632	0,09739	0,75498	1289,83	0,00000	2,05659	0,86580	1,24460	0,26459
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,0828	0,9340	1,34536	0,24609	1289,82	0,00000	2,05640	0,86053	3,58673	0,05824
Unimot - Opole										
Suma dobowa opadu	1,002	0,3167	1,25814	0,26200	1134,66	0,00000	1,88741	0,01451	3,12609	0,07705
Czas trwania opadu deszczu	2,965	0,0031	0,09379	0,75940	1090,14	0,00000	1,88131	0,01078	51,2636	0,00000
PKN Orlen - Płock										
Suma dobowa opadu	1,585	0,1131	1,25693	0,26223	152,591	0,00000	2,00724	0,55655	1,02642	0,31099
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,4893	0,6247	6,69110	0,00969	151,710	0,00000	2,00866	0,56457	0,22420	0,63585
Będzin - Poznań										
Suma dobowa opadu	-0,7680	0,4426	0,21890	0,63987	1463,51	0,00000	2,30515	1,00000	7,55206	0,00599
Czas trwania opadu deszczu	0,7455	0,4561	1,03273	0,30952	1460,58	0,00000	2,30857	1,00000	16,6138	0,00005
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,7873	0,4312	0,11226	0,73758	1459,29	0,00000	2,30795	1,00000	9,24527	0,00236
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,07400	0,9410	0,07004	0,79127	1461,21	0,00000	2,30783	1,00000	8,84976	0,00293
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2565	0,7976	0,46839	0,49373	1461,11	0,00000	2,30805	1,00000	0,24568	0,62013
Enea - Poznań										
Suma dobowa opadu	1,151	0,2498	1,03141	0,30983	423,939	0,00000	1,84101	0,00103	3,02816	0,08183
Czas trwania opadu deszczu	0,1389	0,8896	0,94088	0,33205	421,976	0,00000	1,84188	0,00108	3,06344	0,08007
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,7836	0,4334	0,88138	0,34783	420,630	0,00000	1,84282	0,00112	1,08544	0,29749

Średnia dobowa prędkość wiatru	0,4623	0,6440	0,24299	0,62206	427,272	0,00000	1,84247	0,00109	1,14369	0,28487
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,695	0,0903	1,94887	0,16271	407,771	0,00000	1,84513	0,00127	3,56151	0,05913
ML System – Rzeszów										
Suma dobowa opadu	0,2710	0,7865	0,31897	0,57222	564,198	0,00000	1,87726	0,06118	0,68364	0,40834
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,079	0,2811	2,8733	0,09006	560,000	0,00000	1,88292	0,06773	2,39870	0,12144
PGE – Warszawa										
Suma dobowa opadu	0,4121	0,6803	0,94675	0,33055	1061,63	0,00000	1,81504	0,00017	7,42515	0,00643
Czas trwania opadu deszczu	-1,276	0,2022	0,17358	0,67695	1068,86	0,00000	1,81437	0,00016	1,94561	0,16306
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,2345	0,8147	1,14388	0,28483	1067,41	0,00000	1,81533	0,00016	2,88896	0,08919
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,295	0,1955	0,20717	0,64899	1081,99	0,00000	1,81814	0,00021	2,97018	0,08481
PGNiG – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,5402	0,5892	0,20939	0,64724	233,694	0,00000	2,07317	0,92174	1,75177	0,18565
Czas trwania opadu deszczu	-2,086	0,0371	1,34174	0,24673	228,925	0,00000	2,07234	0,91868	0,00378	0,95093
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-1,668	0,0956	0,00679	0,93429	232,143	0,00000	2,07334	0,9202	0,25515	0,61347
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,5552	0,5788	0,03327	0,85526	236,020	0,00000	2,07298	0,92096	8,30798	0,00395
Kogeneracja - Wrocław										
Suma dobowa opadu	2,212	0,0271	0,44325	0,50556	1177,49	0,00000	2,22979	0,99999	1,82013	0,17729
Czas trwania opadu deszczu	0,6508	0,5153	0,00548	0,94098	1179,43	0,00000	2,22825	0,99999	1,78416	0,18164
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,07302	0,9418	1,06921	0,30112	1179,77	0,00000	2,22818	0,99999	8,29320	0,00398
Sektor budowlany										
Unibep – Białystok										
Suma dobowa opadu	-0,8220	0,4112	0,61535	0,4327	803,789	0,0000	2,05835	0,88250	2,91746	0,08760
Dekpol – Gdańsk										
Suma dobowa opadu	0,03782	0,9698	1,47589	0,2244	2414,66	0,0000	2,11483	0,98910	10,1533	0,00140
Czas trwania opadu deszczu	0,5671	0,5707	0,08400	0,7719	2402,02	0,0000	2,11435	0,98909	24,7115	0,00001
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,8301	0,4066	1,14695	0,2841	2400,70	0,0000	2,11477	0,98880	0,09967	0,75220
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,384	0,1666	2,13551	0,1439	2410,01	0,0000	2,11402	0,98840	12,3594	0,00040
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,5139	0,6074	1,78216	0,1818	2418,60	0,0000	2,11548	0,98980	0,73869	0,39004
Mercor – Gdańsk										
Suma dobowa opadu	-1,114	0,2653	0,16766	0,6821	453,441	0,0000	2,05803	0,87880	4,54431	0,03304
Czas trwania opadu deszczu	-0,1773	0,8593	1,71057	0,19091	451,241	0,0000	2,06288	0,90057	0,22268	0,63699
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3768	0,7064	0,71388	0,3981	451,339	0,0000	2,06224	0,89400	4,13616	0,04192
Średnia dobowa prędkość wiatru	-1,275	0,2026	0,02616	0,8714	448,689	0,0000	2,06472	0,90280	2,47244	0,11581
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,02137	0,9829	0,26726	0,6051	451,641	0,0000	2,06303	0,89804	0,60176	0,43794
Lentex – Katowice										
Suma dobowa opadu	0,5926	0,5535	0,79540	0,3724	907,538	0,0000	2,12968	0,99540	0,88625	0,34642
Czas trwania opadu deszczu	1,184	0,2364	0,66131	0,41609	904,565	0,0000	2,12992	0,99561	11,5075	0,00069
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,6837	0,4943	0,24892	0,61783	905,907	0,0000	2,12942	0,99528	23,1315	0,00002
Średnia dobowa prędkość wiatru	2,169	0,0302	0,39174	0,5313	913,610	0,0000	2,12898	0,99521	0,09371	0,75951
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1787	0,8582	0,01671	0,8971	909,102	0,0000	2,12891	0,99536	1,47823	0,22401
Ferro – Kraków										
Suma dobowa opadu	0,2360	0,8135	0,27791	0,5980	545,809	0,0000	2,21066	0,99999	1,17849	0,27760
Czas trwania opadu deszczu	-0,1709	0,8643	0,70270	0,4018	545,641	0,0000	2,21094	0,99999	4,75977	0,02913

Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,4110	0,6811	0,01594	0,8995	545,232	0,0000	2,21022	0,99999	0,00471	0,94520
InstalKRRK – Kraków										
Suma dobowa opadu	-0,2892	0,7725	0,10112	0,7504	1502,31	0,0000	2,0732	0,92951	4,15663	0,04140
Czas trwania opadu deszczu	-0,1373	0,8908	0,03240	0,8571	1502,71	0,0000	2,07416	0,93331	0,19575	0,65810
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,9544	0,3400	2,25694	0,1330	1488,51	0,0000	2,07463	0,93290	6,24980	0,01242
Decora – Poznań										
Suma dobowa opadu	0,05717	0,9544	0,21883	0,6399	3728,26	0,0000	2,05025	0,84816	4,66724	0,03071
Czas trwania opadu deszczu	-0,1936	0,8465	0,17950	0,6717	3726,28	0,0000	2,05002	0,84452	7,63091	0,00572
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,2079	0,8354	0,31399	0,5752	3726,07	0,0000	2,05070	0,84411	47,4825	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,6491	0,5164	0,39322	0,53061	3735,44	0,0000	2,04893	0,83541	6,80695	0,00912
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,094	0,2742	1,60146	0,20569	3739,62	0,0000	2,05058	0,84231	1,47268	0,22492
Pekabex – Poznań										
Suma dobowa opadu	-1,144	0,2526	1,31211	0,2520	314,094	0,0000	2,30512	1,00000	0,54600	0,45993
Czas trwania opadu deszczu	-1,710	0,0875	0,15480	0,6939	311,666	0,0000	2,3046	1,00000	0,00484	0,94442
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,1197	0,9048	0,76778	0,3809	314,140	0,0000	2,30451	1,00000	0,22939	0,63193
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,4267	0,6697	0,05888	0,80827	314,813	0,0000	2,30479	1,00000	0,82257	0,36443
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,8176	0,4137	0,36529	0,54558	314,671	0,0000	2,30367	1,00000	0,17799	0,67309
Pozbud – Poznań										
Suma dobowa opadu	0,2368	0,8128	0,13231	0,7160	962,710	0,0000	2,07398	0,93404	6,50747	0,01070
Czas trwania opadu deszczu	-0,5079	0,6116	0,12663	0,7219	964,230	0,0000	2,07604	0,93790	0,06638	0,79661
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,2230	0,8236	0,06768	0,7947	959,860	0,0000	2,07453	0,93211	0,01997	0,88764
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,2171	0,8282	0,00275	0,95810	961,699	0,0000	2,07484	0,93297	0,29005	0,59018
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,3303	0,7412	1,62739	0,20206	961,687	0,0000	2,07459	0,93162	0,03225	0,85749
Torpol – Poznań										
Suma dobowa opadu	0,1900	0,8493	2,52979	0,11174	856,817	0,0000	1,95059	0,16392	1,27357	0,25901
Czas trwania opadu deszczu	-0,3885	0,6977	2,54939	0,11031	854,204	0,0000	1,95053	0,16090	0,12612	0,72241
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,8122	0,4168	2,25009	0,13361	849,558	0,0000	1,95101	0,15940	9,82576	0,00170
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,3582	0,7202	0,14011	0,70817	851,285	0,0000	1,95041	0,15643	0,19035	0,66263
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,687	0,0997	7,69956	0,00552	840,111	0,0000	1,95551	0,18107	1,32168	0,25029
Budimex – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-1,041	0,2981	0,48094	0,4879	349,341	0,0000	2,09036	0,96610	0,00000	0,99960
Czas trwania opadu deszczu	-0,1507	0,8802	0,01485	0,9030	352,866	0,0000	2,08920	0,96389	2,25548	0,13310
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,6340	0,5262	0,23778	0,6258	354,738	0,0000	2,08767	0,96132	0,74186	0,38906
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,813	0,0979	0,00185	0,9656	353,447	0,00000	2,09504	0,97181	0,02497	0,87442
MFO – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,9561	0,3392	1,29371	0,2553	650,622	0,0000	2,23975	0,99999	9,10349	0,0025
Czas trwania opadu deszczu	-1,221	0,2222	1,57664	0,2092	642,123	0,0000	2,23717	0,99999	0,39293	0,5307
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3928	0,6946	2,09428	0,1478	652,088	0,0000	2,23804	0,99999	1,12655	0,2885
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,8404	0,4008	0,06323	0,8014	647,310	0,0000	2,2362	0,99999	0,57280	0,4491
PolimexMS – Warszawa										
Suma dobowa opadu	0,05609	0,9553	0,09796	0,7542	518838	0,0000	2,04819	0,83580	87,4289	0,00000
Czas trwania opadu deszczu	-0,5470	0,5845	0,09128	0,7625	517905	0,0000	2,04561	0,82074	172,327	0,00000

Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,8088	0,4188	0,20667	0,6493	517273	0,0000	2,05027	0,84430	327,533	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,487	0,1371	0,61323	0,4335	518517	0,0000	2,05681	0,87223	302,309	0,00000
Ropczyce – Warszawa										
Suma dobowa opadu	1,375	0,1693	1,10532	0,29310	535,775	0,00000	2,1494	0,99872	6,08451	0,01364
Czas trwania opadu deszczu	-0,6422	0,5208	0,17808	0,67303	548,150	0,00000	2,15006	0,99874	3,50316	0,06125
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,6084	0,5430	2,42225	0,11962	548,870	0,00000	2,14887	0,99860	4,84634	0,02771
Średnia dobowa prędkość wiatru	-1,020	0,3080	0,04065	0,84022	545,869	0,00000	2,15204	0,99889	0,74423	0,38831
Śnieżka – Warszawa										
Suma dobowy opadu	0,1406	0,8882	0,00026	0,9870	941,479	0,0000	2,23458	0,99999	12,5920	0,00041
Czas trwania opadu deszczu	0,5210	0,6025	0,02723	0,8689	941,571	0,0000	2,23415	0,99999	14,1971	0,00020
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,8300	0,4067	0,36455	0,5459	934,945	0,0000	2,23516	0,99999	7,33959	0,00670
Średnia dobowy prędkość wiatru	-0,7337	0,4632	0,34231	0,5584	940,436	0,0000	2,23437	0,99999	13,5794	0,00023
Trakcja – Warszawa										
Suma dobowy opadu	0,2554	0,7984	1,1983	0,2736	1878,12	0,0000	1,80035	0,00020	0,74760	0,38722
Czas trwania opadu deszczu	-0,6002	0,5484	0,35773	0,5497	1876,15	0,0000	1,79785	0,00020	3,33357	0,06782
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,903	0,0572	0,22360	0,6363	1885,27	0,0000	1,80559	0,00041	38,1678	0,00000
Średnia dobowy prędkość wiatru	1,025	0,3054	0,46523	0,4951	1868,55	0,0000	1,79988	0,00020	6,32987	0,01181
Ulma – Warszawa										
Suma dobowy opadu	-1,105	0,2692	0,40508	0,5244	1412,75	0,0000	2,40179	1,00000	0,57880	0,44678
Czas trwania opadu deszczu	-2,165	0,0305	0,04166	0,8382	1402,25	0,0000	2,39969	1,00000	0,15013	0,69843
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,1388	0,8896	1,95111	0,1624	1413,94	0,0000	2,39950	1,00000	2,17552	0,14020
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,2222	0,8242	0,35346	0,5521	1414,06	0,0000	2,39944	1,00000	13,9217	0,00020
SelenafM – Wrocław										
Suma dobowy opadu	0,9094	0,3633	0,14565	0,7027	899,203	0,0000	2,18091	0,99988	0,54407	0,46071
Czas trwania opadu deszczu	-0,3810	0,7032	0,56469	0,4523	901,699	0,0000	2,18121	0,99988	3,92520	0,04752
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,2333	0,8156	0,11250	0,73731	903,074	0,0000	2,18176	0,99988	26,1952	0,00000

Źródło: opracowanie własne.

Modelowanie, za pomocą równań regresyjnych, przedstawione w tabeli 5.3 nie wskazuje zasadniczo istnienia związku przyczynowo-skutkowego między stopą zwrotu a instrumentem pogodowym o charakterze stacjonarnym, lecz pozwala na zaobserwowanie mimo wszystko pewnych sygnałów. Pamiętać należy, że tego typu analiza wskazuje na zależności liniowe, a mogą tutaj mieć miejsce relacje mające nieliniowy charakter. Mimo wszystko warto zwrócić uwagę na istotność regresorów w obrębie danych opadowych. Nie jest to może element pozwalający na określenie tendencji w tym zakresie, niemniej jednak pojawiające się powtórzenia w tym wypadku mogą stanowić załączek do istotnych spostrzeżeń. Widoczne są bowiem niewielkie istotności w przypadku sumowy dobowej opadu oraz czasu trwania opadu deszczu dla spółek z pierwszej rozpatrywanej grupy oraz przekrojowe, równie nieliczne pozytywne wskazania dla drugiej grupy podmiotów.

Ponieważ przedstawiona analiza oparta jest o związek bezpośredni w tych samych momentach, warto by się zastanowić czy nie lepiej byłoby dokonać analogicznych badań, lecz w stosunku do przesuniętych w czasie wartości danego czynnika pogodowego. Sygnały płynące z danego regresora meteorologicznego mogą mieć przecież konsekwencje

w dniu kolejnym a co za tym idzie wpływać na zachowania stóp zwrotu z pewnym opóźnieniem. Badanie jednak większej skali opóźnień niż jeden nie ma raczej logicznego (merytorycznego) uzasadnienia. Ciężko bowiem zakładać, że oddziaływania tego typu mogą mieć charakter długoterminowy i wykraczać znacznie poza wskazany okres czasu. Stąd też tabela 5.4 przedstawia wyniki estymacji *OLS* dla stóp zwrotu rozpatrywanych spółek w zależności od jednookresowego opóźnienia stacjonarnego czynnika pogodowego.

Tabela 5.4. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od jednookresowego opóźnienia stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego.

Zmienna objaśniająca	Badanie istotności parametrów		Badanie poprawności postaci modelu		Badanie normalności		Analiza autokorelacji		Badanie stabilności parametrów	
	statystyka t	p	statystyka TR <sup>2</sup>	p	statystyka chi-kwadrat	p	statystyka d	p	statystyka LM	p
	Sektor paliwowo-energetyczny									
	Energa - Gdańsk									
Suma dobowy opadu	-0,2857	0,7751	0,44946	0,50259	984,144	0,00000	1,99164	0,43788	0,22189	0,63760
Czas trwania opadu deszczu	-0,5902	0,5551	0,21102	0,64596	980,543	0,00000	1,99148	0,43221	1,03697	0,30853
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,643	0,1006	0,00252	0,95994	990,410	0,00000	1,99091	0,43538	7,88966	0,00497
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,8886	0,3744	0,01216	0,91218	976,356	0,00000	1,99326	0,44422	0,56656	0,45163
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,4858	0,6272	0,03452	0,85259	986,594	0,00000	1,99338	0,44953	0,66032	0,41644
	Lotos - Gdańsk									
Suma dobowy opadu	0,3621	0,7173	1,24734	0,26406	172,106	0,00000	1,91239	0,04547	2,12388	0,14502
Czas trwania opadu deszczu	0,7055	0,4806	1,64434	0,19973	173,336	0,00000	1,91215	0,04390	0,01485	0,90299
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,237	0,2162	0,50534	0,47716	171,074	0,00000	1,90953	0,04114	4,70009	0,03016
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,5676	0,5704	0,99270	0,31908	0,99270	0,00000	1,9137	0,04674	10,7185	0,00106
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,3572	0,7210	1,22156	0,26906	172,583	0,00000	1,91139	0,04322	0,01818	0,89272
	Skotan - Katowice									
Suma dobowy opadu	0,3365	0,7366	0,06482	0,79902	1409,24	0,00000	2,03335	0,73921	4,87751	0,02721
Czas trwania opadu deszczu	1,175	0,2402	0,57551	0,44808	1393,45	0,00000	2,03654	0,75946	19,0100	0,00001
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,5238	0,6005	0,54213	0,46155	1401,64	0,00000	2,03505	0,75000	1,61782	0,20339
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,9545	0,3400	0,78608	0,37529	1408,79	0,00000	2,03703	0,76099	10,3193	0,00132
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,7096	0,4781	1,03156	0,30979	1410,71	0,00000	2,03425	0,74892	3,27941	0,07015
	Tauron - Katowice									
Suma dobowy opadu	-0,8023	0,4225	0,75300	0,38553	462,422	0,00000	1,76025	1,7·10 <sup>-06</sup>	12,8600	0,00034
Czas trwania opadu deszczu	-0,1507	0,8802	2,0760	0,14963	463,182	0,00000	1,75928	1,5·10 <sup>-06</sup>	7,57148	0,00593
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,259	0,2083	2,39445	0,12177	464,987	0,00000	1,7592	1,4·10 <sup>-06</sup>	8,97521	0,00274
Średnia dobowy prędkość wiatru	-1,262	0,2070	0,00104	0,97425	454,976	0,00000	1,75933	1,4·10 <sup>-06</sup>	1,96343	0,16115
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2,265	0,0236	0,30525	0,58061	451,535	0,00000	1,76494	2,6·10 <sup>-06</sup>	3,70890	0,05412
	Thermo-Rex - Katowice									
Suma dobowy opadu	0,4939	0,6214	2,19822	0,13817	1287,28	0,00000	1,95198	0,17514	10,0780	0,00150



Czas trwania opadu deszczu	0,3964	0,6919	0,00024	0,98764	1289,32	0,00000	1,95222	0,17686	5,20736	0,02249
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,1589	0,8737	8,81987	0,00298	1292,39	0,00000	1,95316	0,18139	1,36291	0,24303
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,1424	0,8868	0,30908	0,57824	1288,06	0,00000	1,95338	0,18155	7,47544	0,00626
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,976	0,0484	0,10414	0,74691	1289,92	0,00000	1,94939	0,16581	0,68857	0,40665
ZE Pątnów-Adamów-Konin - Koło										
Suma dobową opadu	0,2622	0,7932	5,11783	0,02368	1291,79	0,00000	2,05552	0,85831	5,32440	0,02103
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,0807	0,9357	1,05514	0,30433	1288,13	0,00000	2,05631	0,86044	0,60330	0,43732
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,3064	0,7593	0,04608	0,83003	1286,21	0,00000	2,05603	0,86063	0,32203	0,57039
Unimot - Opole										
Suma dobową opadu	0,9837	0,3254	0,49468	0,48184	1123,39	0,00000	1,88727	0,01512	0,00520	0,94249
Czas trwania opadu deszczu	-0,1969	0,8439	0,45051	0,50209	1131,36	0,00000	1,88827	0,01587	0,40141	0,52636
PKN Orlen - Płock										
Suma dobową opadu	0,5250	0,5997	0,17100	0,67922	152,087	0,00000	2,00846	0,56785	3,56967	0,05884
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-1,068	0,2858	2,41155	0,12044	152,416	0,00000	2,00746	0,55841	0,00022	0,98805
Będzin - Poznań										
Suma dobową opadu	1,706	0,0883	5,49766	0,01904	1444,07	0,00000	2,30599	1,00000	1,98744	0,15861
Czas trwania opadu deszczu	0,5572	0,5774	0,25254	0,61529	1450,39	0,00000	2,3077	1,00000	0,03035	0,86169
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,05977	0,9523	0,36159	0,54762	1458,44	0,00000	2,30771	1,00000	17,9541	0,00002
Średnia dobową prędkość wiatru	0,07400	0,9410	0,07004	0,79127	1461,21	0,00000	2,30783	1,00000	8,84976	0,00293
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2531	0,8002	0,47054	0,49274	1458,93	0,00000	1458,93	1,00000	0,11063	0,73942
Enea - Poznań										
Suma dobową opadu	1,706	0,0883	5,49766	0,01904	1444,07	0,00000	2,30599	1,00000	1,98744	0,15861
Czas trwania opadu deszczu	0,5572	0,5774	0,25254	0,61529	1450,39	0,00000	2,3077	1,00000	0,03035	0,86169
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,05977	0,9523	0,36159	0,54762	1458,44	0,00000	2,30771	1,00000	17,9541	0,00002
Średnia dobową prędkość wiatru	0,07400	0,9410	0,07004	0,79127	1461,21	0,00000	2,30783	1,00000	8,84976	0,00293
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2531	0,8002	0,47054	0,49274	1458,93	0,00000	1458,93	1,00000	0,11063	0,73942
ML System - Rzeszów										
Suma dobową opadu	1,339	0,1810	0,02922	0,86426	570,439	0,00000	1,87622	0,06036	1,22620	0,26815
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,7083	0,4791	0,20578	0,65009	556,432	0,00000	1,87715	0,05981	13,0685	0,00030
PGE - Warszawa										
Suma dobową opadu	-0,5808	0,5614	1,30268	0,25372	1065,27	0,00000	1,81608	0,00018	0,34736	0,55561
Czas trwania opadu deszczu	0,9768	0,3288	2,23483	0,13493	1073,48	0,00000	1,81185	0,00013	3,50496	0,06119
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,051	0,2935	2,3403	0,12607	1063,41	0,00000	1,81333	0,00015	0,96101	0,32693
Średnia dobową prędkość wiatru	1,117	0,2641	3,38919	0,06563	1082,99	0,00000	1,81813	0,00020	0,49109	0,48344
PGNiG - Warszawa										
Suma dobową opadu	-0,9108	0,3625	2,62859	0,10496	233,511	0,00000	2,07283	0,92063	0,91878	0,33779
Czas trwania opadu deszczu	-0,3209	0,7483	1,91196	0,16675	233,540	0,00000	2,07242	0,92030	1,06228	0,30269
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-1,049	0,2944	4,36158	0,03676	230,972	0,00000	2,07449	0,92633	0,99473	0,31859
Średnia dobową prędkość wiatru	1,365	0,1726	0,00668	0,93482	237,122	0,00000	2,07446	0,92407	0,00433	0,94749
Kogeneracja - Wrocław										
Suma dobową opadu	0,2983	0,7655	1,81751	0,17761	177,484	0,00000	2,22857	0,99999	1,88847	0,16938
Czas trwania opadu deszczu	-0,7427	0,4578	1,59832	0,20614	1176,80	0,00000	2,22607	0,99999	4,40256	0,03589
Średnia dobową prędkość wiatru	0,9691	0,3327	0,00047	0,98259	1171,36	0,00000	2,22919	0,99999	23,5899	0,00001

Sektor budowlany										
Unibep – Białystok										
Suma dobowa opadu	-0,7477	0,4548	1,01445	0,31384	800,841	0,00000	2,05757	0,87670	1,02548	0,31122
Dekpol – Gdańsk										
Suma dobowa opadu	-0,9655	0,3344	2,76989	0,09605	2446,61	0,00000	2,11468	0,98969	37,6506	0,00000
Czas trwania opadu deszczu	-0,4683	0,6397	0,35611	0,55067	2428,18	0,00000	2,11429	0,98906	14,4794	0,00014
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,7361	0,4618	0,53978	0,46252	2382,39	0,00000	2,11699	0,99014	7,04526	0,00795
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,2546	0,7991	0,01563	0,90048	2409,44	0,00000	2,11462	0,98901	2,83559	0,09219
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,3216	0,7478	0,65673	0,41771	2413,42	0,00000	2,11475	0,98958	0,69632	0,40402
Mercor – Gdańsk										
Suma dobowa opadu	2,491	0,0128	0,04689	0,82855	440,427	0,00000	2,06549	0,90663	21,1236	0,00004
Czas trwania opadu deszczu	0,7620	0,4462	0,38272	0,53615	451,459	0,00000	2,06338	0,90238	10,4916	0,00119
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,3382	0,7353	0,07775	0,78036	450,362	0,00000	2,06326	0,89789	3,25070	0,07139
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,5047	0,6138	7,40887	0,00649	449,356	0,00000	2,06415	0,90363	8,61007	0,00334
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,8383	0,4020	0,08081	0,77619	451,164	0,00000	2,06291	0,89829	0,85019	0,35649
Lentex – Katowice										
Suma dobowa opadu	0,1733	0,8624	0,00059	0,98047	907,597	0,00000	2,12948	0,99542	2,23750	0,13469
Czas trwania opadu deszczu	-0,1198	0,9047	0,02237	0,88111	907,894	0,00000	2,1288	0,99524	0,59557	0,44027
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,02412	0,9808	3,1·10 <sup>-05</sup>	0,99559	907,693	0,00000	2,12909	0,99534	20,7841	0,00001
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,0348	0,9722	1,28561	0,25686	907,917	0,00000	2,12897	0,99521	7,01475	0,00808
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,8930	0,3720	0,01736	0,89518	907,823	0,00000	2,12942	0,99559	0,14054	0,70775
Ferro – Kraków										
Suma dobowa opadu	-0,6149	0,5387	0,02304	0,87936	545,616	0,00000	2,21077	0,99999	8,31243	0,00394
Czas trwania opadu deszczu	0,5348	0,5929	0,02243	0,88095	545,729	0,00000	2,20992	0,99999	1,27201	0,25939
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,4176	0,6763	0,03231	0,85734	544,447	0,00000	2,21073	0,99999	1,29721	0,25472
InstalKRK – Kraków										
Suma dobowa opadu	1,6670	0,0988	0,74068	0,38944	1483,18	0,00000	2,07294	0,92963	0,60713	0,43587
Czas trwania opadu deszczu	0,3241	0,7459	0,01568	0,90034	1492,81	0,00000	2,07432	0,93188	31,4726	0,00000
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,0239	0,9809	0,05712	0,81111	1499,71	0,00000	2,07416	0,93174	3,09662	0,07846
Decora – Poznań										
Suma dobowa opadu	-0,4358	0,6630	0,26799	0,60468	3720,62	0,00000	2,04985	0,84247	2,92209	0,08737
Czas trwania opadu deszczu	-1,390	0,1647	1,16782	0,27985	3726,33	0,00000	2,05065	0,84652	5,21948	0,02234
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,636	0,0988	5,4999	0,01902	3693,49	0,00000	2,04663	0,82455	59,8410	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,4523	0,6511	0,62751	0,42827	3714,36	0,00000	2,04971	0,84137	0,32171	0,57058
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,9841	0,3252	0,12018	0,72884	3724,18	0,00000	2,05183	0,84786	2,63629	0,10445
Pekabex – Poznań										
Suma dobowa opadu	0,7506	0,4530	0,19877	0,65572	314,045	0,00000	2,30303	1,00000	0,16094	0,68829
Czas trwania opadu deszczu	0,6192	0,5359	0,98387	0,32125	314,952	0,00000	2,30285	1,00000	2,11059	0,14628
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3054	0,7601	3,73643	0,05324	311,965	0,00000	2,30426	1,00000	1,29991	0,25423
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,1602	0,8727	0,21670	0,64156	313,377	0,00000	2,30433	1,00000	0,91761	0,33810
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1711	0,8641	0,59899	0,43897	313,777	0,00000	2,30479	1,00000	3,07834	0,07934
Pozbud – Poznań										
Suma dobowa opadu	-0,5695	0,5691	0,42587	0,51402	961,532	0,00000	2,0744	0,93313	0,45438	0,50026

Czas trwania opadu deszczu	-0,5418	0,5880	0,00466	0,94558	964,230	0,00000	2,07604	0,93794	0,06639	0,79667
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,0109	0,9913	0,06769	0,79473	959,860	0,00000	2,07453	0,93218	0,01998	0,88760
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,3187	0,7500	0,00168	0,96732	959,648	0,00000	2,07464	0,93348	16,5502	0,00005
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2412	0,8094	0,02509	0,87413	960,559	0,00000	2,07513	0,93278	9,00267	0,00269
Torpol – Poznań										
Suma dobowa opadu	0,6328	0,5270	0,00079	0,97753	855,612	0,00000	1,94924	0,15349	1,36285	0,24305
Czas trwania opadu deszczu	0,1315	0,8954	0,62949	0,42754	855,517	0,00000	1,95025	0,15864	0,06737	0,79521
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3135	0,7539	0,55413	0,45664	854,366	0,00000	1,95087	0,15972	1,53893	0,21478
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,08411	0,9330	0,00375	0,95115	855,483	0,00000	1,95028	0,15818	0,99082	0,31954
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,409	0,1590	1,54711	0,21356	838,544	0,00000	1,95433	0,17449	2,26399	0,13241
Budimex – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,5138	0,6075	1,80721	0,17884	352,805	0,00000	2,08781	0,96198	5,16335	0,02307
Czas trwania opadu deszczu	0,4285	0,6683	0,09439	0,75866	353,318	0,00000	2,08942	0,96367	5,14954	0,02325
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,9953	0,3197	0,19576	0,65817	348,784	0,00000	2,0889	0,96266	3,59168	0,05807
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,264	0,2064	0,69294	0,40517	353,528	0,00000	2,08986	0,96459	1,20308	0,27271
MFO – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,5785	0,5630	2,43999	0,11828	649,934	0,00000	2,23732	0,99999	1,14215	0,28519
Czas trwania opadu deszczu	1,361	0,1736	5,6985	0,01698	642,614	0,00000	2,23662	0,99999	21,7829	0,00000
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,2727	0,7852	1,07219	0,30045	649,068	0,00000	2,23723	0,99999	26,4566	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,5372	0,5912	0,74482	0,38812	649,868	0,00000	2,2361	0,99999	0,69607	0,40411
PolimexMS – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,4621	0,6441	0,00646	0,93592	517821	0,00000	2,04752	0,83203	48,3523	0,00000
Czas trwania opadu deszczu	2,450	0,0144	1,39333	0,23784	495554	0,00000	2,05177	0,84990	5261,84	0,00000
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,9352	0,3498	0,14387	0,70447	514700	0,00000	2,05015	0,84169	910,013	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,765	0,0777	0,06511	0,79859	513796	0,00000	2,05346	0,85833	967,126	0,00000
Ropczyce – Warszawa										
Suma dobowa opadu	0,4184	0,6757	0,27910	0,59729	546,887	0,00000	2,14959	0,99873	0,16277	0,68662
Czas trwania opadu deszczu	0,2973	0,7663	0,10996	0,74019	548,208	0,00000	2,14869	0,99862	0,00214	0,96314
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,4852	0,6276	0,09717	0,75525	548,020	0,00000	2,14928	0,99865	4,53760	0,03316
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,8205	0,4120	0,58289	0,44518	548,772	0,00000	2,14899	0,99863	1,68215	0,19464
Śnieżka – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-1,112	0,2662	0,10127	0,75031	941,672	0,00000	2,23344	0,99999	1,05719	0,30386
Czas trwania opadu deszczu	-0,8751	0,3817	0,37368	0,54100	939,209	0,00000	2,2336	0,99999	7,85784	0,00506
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3672	0,7135	3,35637	0,06694	936,629	0,00000	2,23383	0,99999	41,0915	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,6461	0,5183	0,26401	0,60738	941,695	0,00000	2,23486	0,99999	1,96478	0,16100
Trakcja – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,8150	0,4152	0,01672	0,89713	1881,23	0,00000	1,80019	2,8·10 <sup>-05</sup>	0,60777	0,43563
Czas trwania opadu deszczu	1,031	0,3028	2,54482	0,11066	1874,68	0,00000	1,79766	2,1·10 <sup>-05</sup>	1,12589	0,28865
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,563	0,1184	0,28985	0,59032	1891,88	0,00000	1,80216	3,1·10 <sup>-05</sup>	26,7277	0,00000
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,105	0,2692	0,01371	0,90679	1870,49	0,00000	1,80178	3,1·10 <sup>-05</sup>	7,14658	0,00751
Ulma – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-1,252	0,2108	6,1·10 <sup>-05</sup>	0,99378	1409,58	0,00000	2,4006	1,00000	2,15018	0,14255

Czas trwania opadu deszczu	-1,350	0,1771	0,34925	0,55454	1400,12	0,00000	2,40293	1,00000	0,97529	0,32336
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,4559	0,6485	2,9408	0,08637	1412,93	0,00000	2,39835	1,00000	11,2868	0,00078
Średnia dobowa prędkość wiatru	-1,425	0,1544	0,65156	0,41956	1404,08	0,00000	2,39754	1,00000	65,0122	0,00000
SelenaFM – Wrocław										
Suma dobowa opadu	0,3497	0,7266	0,65704	0,41761	899,651	0,00000	2,18175	0,99988	0,33539	0,56250
Czas trwania opadu deszczu	-0,3962	0,6920	0,06487	0,79896	897,738	0,00000	2,18114	0,99987	0,70298	0,40179
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,0366	0,9708	2,94281	0,08626	899,804	0,00000	2,18143	0,99987	4,41558	0,03561

Źródło: opracowanie własne.

Analiza regresyjna zobrazowana w powyższej tabeli nie wskazuje wyraźnych zależności pomiędzy opóźnionym czynnikiem pogodowym a stopą zwrotu. Poza dwoma dosłownie przypadkami w przypadku sektora paliwowo-energetycznego wskazującymi na istotność średniego dobowego ciśnienia oraz sporadycznych przypadkach dla drugiej analizowanej branży, związanych bardziej ze zmiennymi opadowymi, brak jest pozytywnych wskazań w tym zakresie. Co za tym idzie rozpatrywanie zatem ewentualnych opóźnień w tym przypadku nie odgrywa istotnego znaczenia.

Badania zestawione odpowiednio w tabelach 5.3 i 5.4 dotyczą owszem analizy przyczynowej, lecz jedynie dla par zmiennych stacjonarnych. Jak wspomniano wcześniej, aby wnioskowanie było pełne należy w tym wypadku odwołać się również do pomiarów przyczynowości dla par zmiennych niestacjonarnych bądź wariantów, w których jedna zmienna jest stacjonarna a druga nie (wówczas dla zmiennej niestacjonarnej szacujemy pierwsze różnice).

Tym samym poza analizą kointegracji (test Johansena oraz test Engle-Grangera) szacuje się równania modelu *VAR* (*Vector AutoRegressive model*) w celu potwierdzenia wskazań modeli kointegracyjnych (Tabela 5.5). Przy założeniu jednakowej liczby opóźnień dla obu zmiennych  $k$ , stosuje się test łącznej istotności opóźnień danej zmiennej w równaniu objaśniającym drugą zmienną:

$$y_t = \alpha_{10} + \sum_{j=1}^k \alpha_{1j} y_{t-j} + \sum_{j=1}^k \beta_{1j} x_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (5.7)$$

$$x_t = \alpha_{20} + \sum_{j=1}^k \alpha_{2j} y_{t-j} + \sum_{j=1}^k \beta_{2j} x_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (5.8)$$

W równaniu 5.7,  $H_0: \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{1k} = 0$  oznacza brak zależności przyczynowej w sensie Grangera zmiennej  $X$  do  $Y$ . W równaniu 5.8 z kolei,  $H_0: \beta_{21} = \beta_{22} = \dots = \beta_{2k} = 0$  oznacza brak (liniowej) przyczynowości do  $Y$  do  $X$  (Syczewska, 2014). Formalnie, w przypadku rozpatrywanych zmiennych powyższy test jest jednostronny, gdyż merytorycznie nieuzasadnione staje się badanie wpływu wolumenu obrotu bądź stopy zwrotu na zmienną meteorologiczną.

Jak podaje Syczewska E.M. (2014) za Toda H.Y., Yamamoto T. (1995) oraz Bauer D., Maynard A. (2012), w przypadku zmiennych niestacjonarnych wskazane jest wybranie optymalnej liczby  $k$  opóźnień modelu *VAR*. Zgodnie z tą zasadą, wybieramy liczbę opóźnień na podstawie kryteriów Akaike (*AIC*), Schwartz-Bayesian (*BIC*) czy też kryterium Hannan-Quinna (*HQC*).





















Usłonecznienie	3	2,1987	0,0864	0	0,20407	531,08	0,000	369,54	0,000	-17,8563	6,837·10 <sup>-43</sup>
				1	0,09496	161,54	0,000	161,54	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	2	4,2724	0,0141	0	0,27822	1015,0	0,000	528,17	0,000	-20,2217	8,831·10 <sup>-48</sup>
				1	0,25958	486,87	0,000	486,87	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	3	1,4676	0,2216	0	0,20519	633,20	0,000	371,81	0,000	-17,8722	3,166·10 <sup>-42</sup>
				1	0,14910	261,40	0,000	261,40	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	6	0,96331	0,4487	0	0,11354	350,45	0,000	194,75	0,000	-13,2145	8,723·10 <sup>-29</sup>
				1	0,09185	155,70	0,000	155,70	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	6	2,5631	0,0179	0	0,11182	262,49	0,000	191,62	0,000	-13,2072	9,213·10 <sup>-29</sup>
				1	0,04291	70,870	0,000	70,870	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1	2,9333	0,0870	0	0,41584	1143,5	0,000	871,42	0,000	-24,1673	7,543·10 <sup>-51</sup>
				1	0,15451	272,06	0,000	272,06	0,000		

\* brak danych dla danej stacji pogodowej.

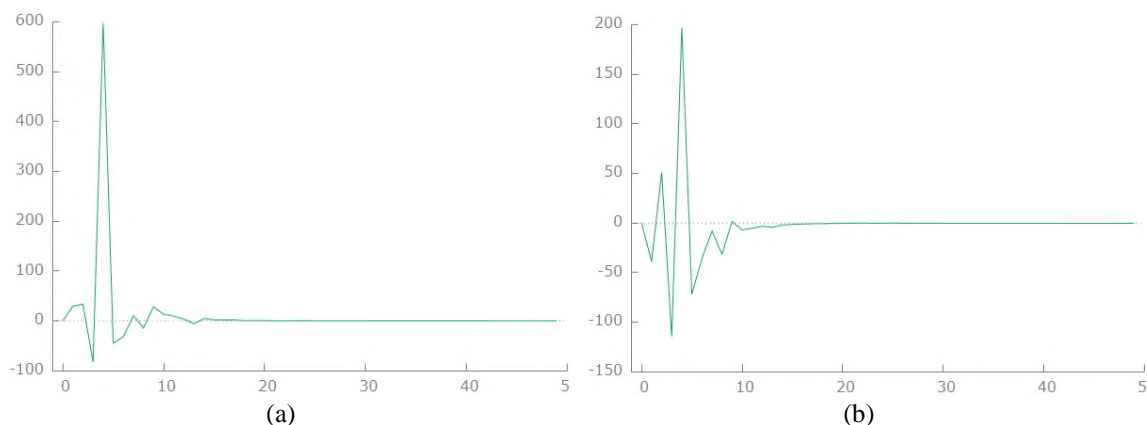
Źródło: opracowanie własne.

W analizie przyczynowej, za pomocą testu *ADF* dostrzega się pewne zależności wolumenu obrotu od czynników pogodowych, lecz ciężko jednoznacznie wskazać zasadnicze determinanty w tym zakresie. Na 15 rozpatrywanych podmiotów z grupy paliwowo-energetycznej najczęściej powtarzającą się relacją była wolumen obrotu ← średnia temperatura dobową (3/15), suma dobową opadów (3/15) oraz wolumen obrotu ← średnia dobową prędkość wiatru (3/15). Dwukrotnie z kolei, można zauważyć wpływ takiej zmiennej jak średnia dobową wilgotność względną. Mimo, że wymienione relacje nie są jednoznaczne, obrazują w pewnym zakresie oddziaływanie zmiennych pogodowych na wolumen obrotu.

Większą częstotliwością pozytywnych wskazań charakteryzuje się druga rozpatrywana grupa. W tym wypadku, na 20 przeanalizowanych spółek, frakcja istotnych wskazań w relacji czynnik pogodowy → wolumen obrotu jest większa. Do grupy zdecydowanych 'liderów' zaliczyć można zmienną meteorologiczną w postaci średniej temperatury dobowej (8/20) oraz usłonecznienie (7/18). Znaczne wartości osiągają również suma dobową opadów jak i średnie dobowe zachmurzenie. W obydwu przypadkach udział ten wynosi 6/20. Pomijając temperaturę jako 'element sprawczy' można stwierdzić, że zdecydowaną większość stwierdzonych oddziaływań stanowią czynniki odpowiedzialne za intensywność światła dziennego, czyli: opady, usłonecznienie czy też zachmurzenie.

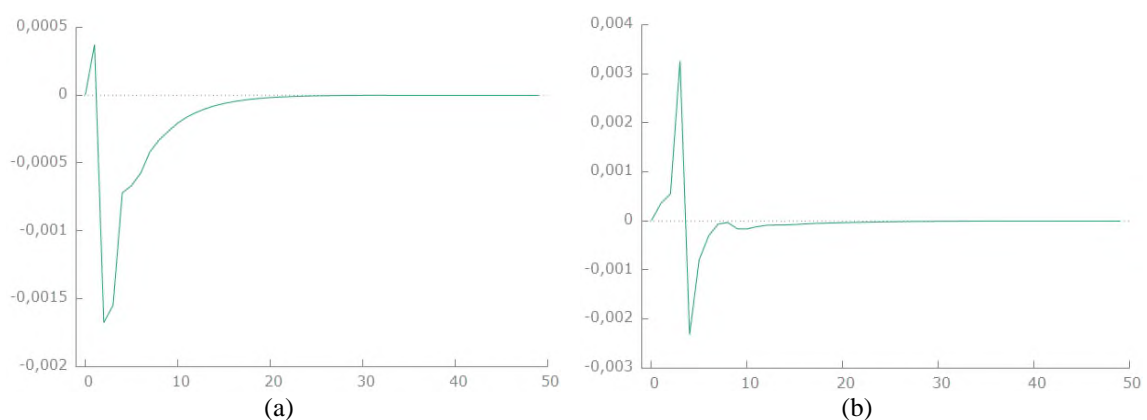
Występowanie kowariancji jednoczesnej pomiędzy składnikami losowymi poszczególnych równań składających się na model *VAR* pozwala na tworzenie tak zwanych modeli strukturalnych (Kusideł, 2000). Modele strukturalne *VAR* dają możliwość konstrukcji funkcji odpowiedzi na impuls (*IRF* – *Impulse Response Function*), określającej rozkład w czasie zmian wielkości *j*-tej zmiennej w odpowiedzi na zaburzenia w resztach *k*-tej zmiennej. Najczęściej *IRF* jest przedstawiana w postaci wykresu pokazującego zmianę w czasie reakcji *j*-tej zmiennej na zaburzenia w wysokości jednego odchylenia standardowego reszt *k*-tej zmiennej. Analiza funkcji odpowiedzi na impuls dotyczy trzech elementów: kierunku oddziaływania impulsu, siły tego impulsu oraz rozkładu w czasie i szybkości wygasania (Hamulczuk, Grudkowska, Gędek, Klimkowski i Stańko, 2013). Przykładowe funkcje *IRF* obrazuje rysunek 5.1 oraz rysunek 5.2.

Analizując wymienione prezentacje graficzne należy wskazać, że oś odciętych (*x*) obrazuje opóźnienia czasowe (dni), natomiast oś rzędnych (*y*) wartość zmian stopy zwrotu lub wolumenu obrotu. Sam wykres (kolor zielony) pokazuje wpływ danego czynnika pogodowego na analizowaną zmienną zależną z opóźnieniem czasowym.



Rysunek 5.1. Przykładowe funkcje reakcji wolumenu obrotu dla spółki Będzin-Poznań na impuls: (a) sumy dobowej opadów; (b) czasu trwania opadu deszczu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie GRETL.



Rysunek 5.2. Przykładowe funkcje reakcji stopy zwrotu dla spółki Skotan-Katowice na impuls: (a) usłonecznienie; (b) średnia dobową wilgotność względną.

Źródło: opracowanie własne na podstawie GRETL.

W celu dopełniania analizy należy również przeprowadzić badanie przyczynowości pomiędzy stopą zwrotu, czynnikiem stacjonarnym, a niestacjonarnymi składnikami meteorologicznymi (Tabela 5.6). Dotychczasowa bowiem analiza stopy zwrotu dotyczyła analizy regresyjnej, gdzie parę czynników charakteryzował brak pierwiastka jednostkowego (Tabela 5.3). Pominięto zatem pozostałe czynniki pogodowe, w przypadku których wykluczono stacjonarność szeregu. Poniższa tabela stanowi uzupełnienie dotychczasowych rozważań.

Tabela 5.6. Wyniki testu przyczynowości VAR dla stopy zwrotu i niestacjonarnych czynników pogodowych.

Zmienna objaśniana	VAR			Test Johansena						Test Engle-Grangera	
	Opóźnienie	Statystyka F	p	rzęd macierzy	wartość własna	test $\lambda_{trace}$	p	test $\lambda_{max}$	p	statystyka T	p
Sektor paliwowo-energetyczny											
Energia - Gdańsk											
Średnia temperatura dobową	3	0,0343	0,9915	0	0,37114	1135,1	0,000	693,46	0,000	-19,5541	8,061·10 <sup>-46</sup>
				1	0,25578	441,65	0,000	441,65	0,000		









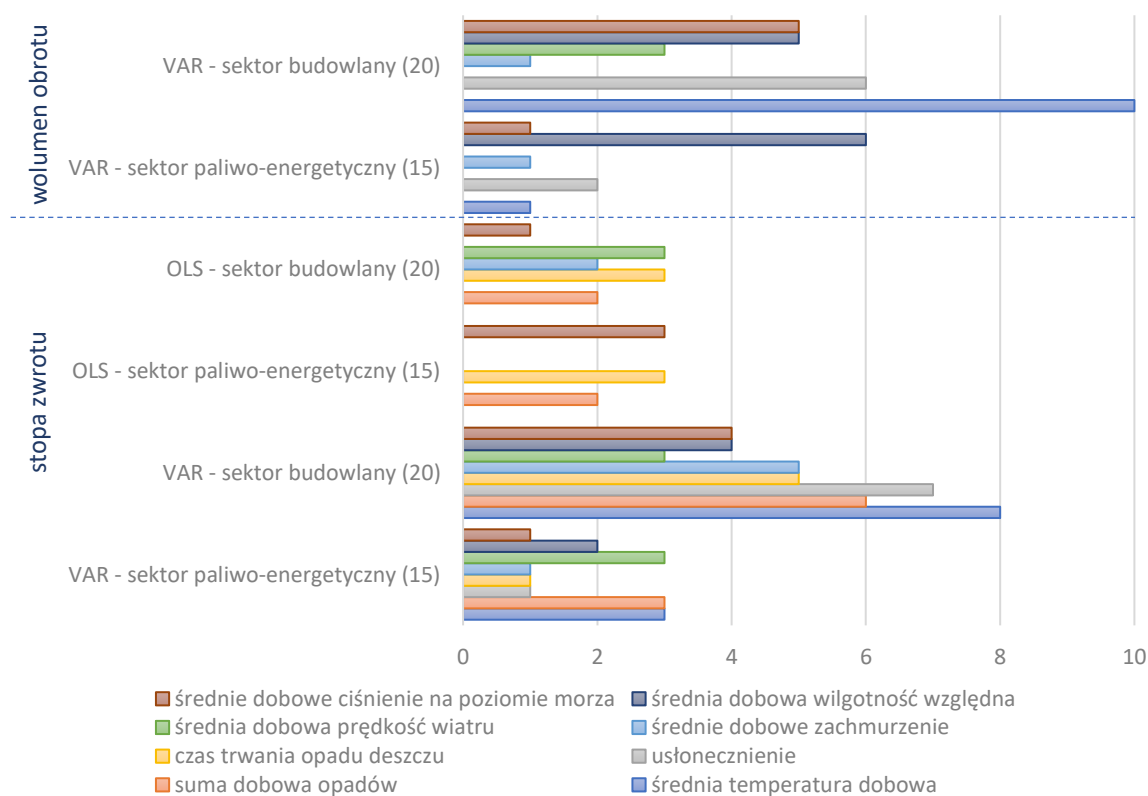




energetyczno-paliwowej wyraźnie zauważalny staje się czynnik w postaci średniej dobowej wilgotności względnej jako determinanta procentowej zmiany cen danego waloru. Częstotliwość wystąpienia istotnej zależności w tym wypadku wynosi 6/15. W dwóch przypadkach na piętnaście analizowanych można dostrzec również wpływ usłonecznienia. Pamiętać jednak należy, że często zależności te objawiają się przy sporych opóźnieniach stąd też konieczne są dalsze analizy w tym zakresie. Rozpatrując z kolei drugą analizowaną grupę należy podkreślić znaczenie zmiennej temperaturowej jako ‘elementu sprawczego’. W tym bowiem przypadku częstość występowania to 10 na 20 przypadków. Nieco mniejszą częstotliwością wskazań charakteryzuje się zmienna odpowiedzialna za usłonecznienie 6/20 oraz średnia dobowa wilgotność względna 5/20, czy też średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza 5/20.

W przypadku analizy stopa zwrotu ← zmienna meteorologiczna daje się zauważyć wyraźny brak oddziaływań ze strony takich zmiennych jak suma dobowa opadów oraz czas trwania opadu deszczu. W przypadku średniego dobowego zachmurzenia otrzymujemy pojedyncze wskazania co należy uznać za bardziej ‘przypadkowe’ niż wskazujące na relacje godne uwagi.

Dobrym podsumowaniem dotychczas przeprowadzonych analiz w zakresie klasycznego modelowania ekonometrycznego (OLS) oraz analizy VAR jest porównanie przedstawione na rysunku 5.3.



Rysunek 5.3. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu oraz stopy zwrotu w przekroju stosowanych metod (OLS i VAR)

Źródło: opracowanie własne.

W celu potwierdzenia bądź wykluczenia, zaobserwowanych tendencji zasadne wydaje się przeprowadzenie dalszych analiz w tym zakresie z wykorzystaniem

ekonometrycznej analizy szeregów czasowych typu *ARCH* (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) i *GARCH* (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*). Badanie tego typu wymusza w pewnym sensie sama specyfika problemu (charakter zmiennych objaśniających; czynników determinujących), jak również fakt, że wymienione modele zakładają występowanie typowych problemów estymacyjnych jakie pojawiały się bądź to przy analizie *OLS* bądź badaniu przyczynowości za pomocą modelu *ADF*. Ponadto modele tej klasy są najczęściej stosowanymi modelami, służącymi do modelowania i prognozowania zmienności stóp zwrotu instrumentów finansowych. Pamiętać również należy, że dodatkowa analiza pozwoli prawdopodobnie na wzmocnienie poczynionych do tej pory spostrzeżeń bądź też wypracowanie zupełnie nowych.

## **5.2. Ekonometryczna analiza wpływu czynników pogodowych na stopy zwrotu podmiotów notowanych na GPW w Warszawie**

Modelowanie finansowych szeregów czasowych jest obecnie możliwe poprzez wykorzystanie szerokiej gamy modeli ekonometrycznych. Ich użyteczność ogranicza się nie tylko do analizowania i diagnozowania poprzez poszukiwanie związków przyczynowych pomiędzy zmiennymi, lecz także do prognozowania. Można w tym wypadku dokonać rozgraniczenia wykorzystywanych narzędzi na modele autokorelacji szeregów stóp zwrotu oraz modelowanie szeregów zmienności.

Pierwsza z wymienionych grup koncentruje się na modelach autoregresywnej średniej kroczącej (*ARMA*) i autoregresywnej zintegrowanej średniej kroczącej (*ARIMA*). Są one popularne i doskonałe do modelowania i prognozowania jednowymiarowych danych szeregów czasowych, zgodnie z propozycją Boxa G. i Jenkinsa G. (1970), oraz ich rozszerzenia o zmienne egzogeniczne, takie jak autoregresywna zintegrowana średnia ruchoma z eksplanacyjną zmienną (*ARIMAX*) (Kongcharoen i Kruangpradit, 2013). Modele te są stosowane w prawie wszystkich dziedzinach, takich jak inżynieria, geofizyka, biznes, ekonomia, finanse, rolnictwo, nauki medyczne, nauki społeczne, meteorologia, kontrola jakości itp. (Kirchgässner i Wolters, 2007); (Cooray, 2008); (Dobre i Alexandru, 2008); (Gujarati, 2003); (Adekeye i Aiyelabegan, 2006). Modele *ARMA* i *ARIMA* służą do modelowania warunkowego oczekiwania procesu, ale w modelu *ARMA* wariancja warunkowa jest stała. Oznacza to, że model *ARMA* nie może uchwycić procesu ze zmienną w czasie wariancją warunkową (zmiennością), która jest najczęściej spotykana w przypadku danych ekonomicznych i finansowych.

W rzeczywistości, w przypadku danych ekonomicznych i finansowych szeregów czasowych, zmienność w czasie jest bardziej powszechna niż stała zmienność, a dokładne jej modelowanie w czasie ma ogromne znaczenie w analizie finansowych szeregów czasowych (Ruppert, 2011). Tego typu szeregi charakteryzuje bowiem niepewność, zmienność, nadmierna kurtoza, wysokie odchylenie standardowe, dużą skośność i czasami brak normalności (Pedroni, 2001); (Grigoletto i Lisi, 2009); (Emenogu i Adenomon, 2018). Stąd też zdecydowanie popularniejsza jest druga wskazana grupa związana z warunkową wariancją procesu. To właśnie tego typu modele pozwalają opisać najciekawsze efekty obserwowane w szeregach stóp zwrotu.

Z punktu widzenia niniejszej pracy zdecydowanie najważniejsze pozostają modele warunkowej wariancji procesu. To właśnie te modele pozwalają opisać najciekawsze efekty obserwowane w rozpatrywanych szeregach czasowych.

Ze względu na to, że w wielu modelach ekonometrycznych zjawiska heteroskedastyczności nie można wyeliminować nawet poprzez zmianę specyfikacji równań, powstały nowe koncepcje teoretyczne dotyczące konstrukcji oraz estymacji parametrów modeli charakteryzujących się zmienną w czasie wariancją składnika losowego (Tabela 5.7) (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

Tabela 5.7. Modele klasy ARCH.

Model	Postać analityczna funkcji wariancji warunkowej	Restrykcje
ARCH(S)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2$	$\gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, S > 0$
GARCH(S,Q)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2 + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}$	$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, \phi_q \geq 0$
NARCH(S,Q)	$h_t^{\mu/2} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s  \xi_{t-s} ^\mu + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}^{\mu/2}$	$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, \phi_q \geq 0, \mu \in \mathbb{N}$
QARCH(S,Q)	$h_t^{\mu/2} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s  \xi_{t-s} - \kappa ^\mu + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}^{\mu/2}$	$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, \phi_q \geq 0, \mu \in \mathbb{N}, \kappa \neq 0$
EGARCH(S)	$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s [\delta_1 \vartheta_{t-s} + \delta_2 ( \vartheta_{t-s}  - \sqrt{2/\pi})]$	$S > 0, Q \geq 0$
EGARCH(S,Q)	$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s [\delta_1 \vartheta_{t-s} + \delta_2 ( \vartheta_{t-s}  - \sqrt{2/\pi})] + \sum_{q=1}^Q \phi_q \log h_{t-q}$	$S > 0, Q \geq 0$
MGARCH(S,Q)	$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \log \vartheta_{t-s}^2 + \sum_{q=1}^Q \phi_q (\log \vartheta_{t-s}^2 - \log h_{t-q})$	$S > 0, Q \geq 0$
TARCH(S,Q)	$\sqrt{h_t} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S [\gamma_s I(\xi_{t-s} > 0)  \xi_{t-s}  + \gamma_s I(\xi_{t-s} \leq 0)  \xi_{t-s} ] + \sum_{q=1}^Q \phi_q \sqrt{h_{t-q}}$	$S > 0, Q \geq 0$
GJR(S,Q)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S [\gamma_s I(\xi_{t-s} > 0) \xi_{t-s}^2 + \gamma_s I(\xi_{t-s} \leq 0) \xi_{t-s}^2] + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}$	$S > 0, Q \geq 0$
TS-GARCH(S,Q)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S  \xi_{t-s}  + \sum_{q=1}^Q \phi_q  h_{t-q} $	$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \phi_q \geq 0$
ARCH-M(S)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2$	$\gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, S > 0$
HARCH(G)	$h_t = \gamma_0 + \sum_{l=1}^L \gamma_l \left( \sum_{j=1}^{J_l} r_{t-j} \right)^2, \quad J_l = \begin{cases} 1 & \text{dla } l = 1 \\ p^{l-2} + 1 & \text{dla } l > 1 \end{cases}$	$\gamma_0 > 0, \gamma_l \geq 0$ dla $l=1, \dots, L-1, \gamma_l > 0$ dla $l=L$
Uwaga:	$r_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k x_{kt} + \xi_t$ (z wyjątkiem ARCH – M(S), gdzie: $r_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k x_{kt} + \psi \sqrt{h_t} + \xi_t$ oraz $\xi_t = \vartheta_t \sqrt{h_t}$ , gdzie: $\vartheta_t = \text{IID}(0,1)$ i $\xi_t = \text{IID}(0, \delta_\xi^2)$ ) (z wyjątkiem HARCH(G), gdzie: $r_t = \vartheta_t \sqrt{h_t}$ ).	

Źródło: opracowanie na podstawie Brzeszczyński J. i Kelm R. (2002).

Pierwszym modelem uwzględniającym zależność warunkowej wariancji procesu od jego poprzednich wartości był model  $ARCH(S)$  (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity model*) wprowadzony w 1982 roku przez Engla R.F. (1982) w celu modelowania poziomu inflacji w Wielkiej Brytanii. Okazało się, że model ten i kolejne modele tej klasy mogą być szczególnie przydatne w opisie szeregów stóp zwrotu różnych instrumentów finansowych.

Model stóp zwrotu uwzględniający efekt  $ARCH(S)$  dany jest następującym równaniem warunkowej wariancji:

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2 \quad (5.9)$$

gdzie:

$$\gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, S > 0.$$

Poszukiwanie najlepszego dopasowania modelu  $ARCH(S)$  do danych empirycznych wymaga często uwzględnienia wysokiej wartości rzędu  $Q$ , co jest niewątpliwie wadą tego modelu. Niedogodności tej pozbawiony jest najpopularniejszy (w zakresie opisu warunkowej wariancji procesu) model  $GARCH(S,Q)$  (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity model*) wprowadzony przez Bollersleva T. (1986) w 1986 roku (Piontek, 2004). Równanie warunkowej wariancji w modelu  $GARCH(S,Q)$  dane jest następującą zależnością:

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2 + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q} \quad (5.10)$$

gdzie:

$$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, \phi_q \geq 0.$$

W stosunku do modelu  $ARCH(S)$  w modelu  $GARCH(S,Q)$  w  $h_t$  został wprowadzony proces autoregresyjny.

Typowym przykładem modelu  $GARCH(S,Q)$  jest  $GARCH(1,1)$  (Bollerslev, Engle i Nelson, 1994) o funkcji  $h_t$ :

$$h_t = \gamma_0 + \gamma_1 \xi_{t-1}^2 + \phi_1 h_{t-1} \quad (5.11)$$

dla którego  $\hat{\gamma}_1 + \hat{\phi}_1$  jest bliskie jedności.

Modele, dla których:

$$\sum_{s=1}^S \hat{\gamma}_s + \sum_{q=1}^Q \hat{\phi}_q = 1 \quad (5.12)$$

należą do zintegrowanych modeli  $ARCH$ ,  $IGARCH$  (*integrated in variance ARCH*) (Engle i Bollerslev, 1986).

Nieliniową modyfikacją modelu  $GARCH(S,Q)$  jest model  $NARCH(S,Q)$  (*non-linear ARCH*), dla którego funkcja wariancji warunkowej przedstawia się następująco (Higgins i Bera, 1992):

$$h_t^{\mu/2} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s |\xi_{t-s}|^\mu + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}^{\mu/2} \quad (5.13)$$

gdzie:

$$S > 0, Q \geq 0, \gamma_0 > 0, \gamma_s \geq 0, \phi_q \geq 0 \text{ oraz } \mu \in \mathbb{N}.$$

W szczególnych przypadkach, tj. dla  $\mu=2$  model ten redukuje się do  $GARCH(S,Q)$ , a dla  $\mu=1$  do postaci:

$$\sqrt{h_t} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s |\xi_{t-s}| + \sum_{q=1}^Q \phi_q \sqrt{h_{t-q}}. \quad (5.14)$$



Dzięki przedstawionej powyżej specyfikacji, podobnie jak w modelu  $GARCH(S,Q)$ , można uniknąć sytuacji, w której reszty o różnych znakach znosiłyby się podczas operacji sumowania (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

Modele  $GARCH(S,Q)$  i  $NARCH(S,Q)$  nie są pozbawione drobnych wad wpływających na powszechność ich stosowania (Brzeszczyński i Kelm, 2002):

- w modelach tych wariancja warunkowa nie zależy od znaku, który przyjmuje zmienna losowa  $\xi_t$ , co wynika z postaci funkcji  $h_t$ ; kierunek odchylenia nie wpływa więc na wielkość wariancji warunkowej;
- parametry  $\gamma_s$  modelu  $GARCH$  mogą przyjmować wyłącznie nieujemne wartości co wyklucza oscylacje  $h_t$ ; wzrost wartości  $\xi_t^2$  wywołuje zawsze wzrost wartości wariancji warunkowej;
- tzw. efekt zaburzenia modelu  $GARCH$  nie musi mieć charakteru wygasającego, lecz na przykład cykliczny.

W celu uwzględnienia wymienionych powyżej uwag można zastosować wykładniczy model  $GARCH$  (*exponential GARCH*), czyli  $EGARCH(S)$ , dla którego funkcja wariancji warunkowej przedstawia się następująco (Nelson, 1991):

$$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s [\delta_1 \vartheta_{t-s} + \delta_2 (|\vartheta_{t-s}| - \sqrt{2/\pi})] \quad (5.15)$$

gdzie:

$S > 0$  lub model  $EGARCH(S,Q)$ :

$$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s [\delta_1 \vartheta_{t-s} + \delta_2 (|\vartheta_{t-s}| - \sqrt{2/\pi})] + \sum_{q=1}^Q \phi_q \log h_{t-q} \quad (5.16)$$

gdzie:

$S > 0$ ,  $Q > 0$  oraz  $\vartheta_t = \xi_t / \sqrt{h_t}$ .

Kolejną odmianą modelu  $GARCH$  jest postać multiplikatywna  $ARCH$  (*multiplicative ARCH*),  $MARCH(S,Q)$ , w której to funkcja wariancji warunkowej modelowana jest w następujący sposób:

$$\log h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \log \vartheta_{t-s}^2 + \sum_{q=1}^Q \phi_q (\log \vartheta_{t-s}^2 - \log h_{t-q}) \quad (5.17)$$

gdzie:

$S > 0$ ,  $Q > 0$ , której specyfikacja, podobnie jak w przypadku modelu  $EGARCH(S,Q)$  uwzględnia logarytmiczną postać zmiennych  $h_t$  i  $\vartheta_t$  (Milhoj, 1987).

Innym przykładem uwzględnienia asymetrii  $h_t$  względem  $\xi_t$  jest następująca modyfikacja funkcji (5.13):

$$h_t^{\mu/2} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s |\xi_{t-s} - \kappa|^\mu + \sum_{q=1}^Q \phi_q h_{t-q}^{\mu/2} \quad (5.18)$$

gdzie:

$S > 0$ ,  $Q \geq 0$ ,  $\gamma_0 > 0$ ,  $\gamma_s \geq 0$ ,  $\phi_q \geq 0$  oraz  $\mu \in \mathbb{N}$ ,  $\kappa \neq 0$ .

I tak, w wariancie dla  $\mu=2$  przyjmuje ona postać funkcji wariancji kwadratowego modelu  $ARCH$  (*quadratic ARCH*,  $QARCH(S,Q)$ ) (Sentana, 1991). W szczególnym przypadku przyjmuje postać:

$$h_t = \gamma_0 + \gamma \xi_{t-1}^2 + \delta \xi_{t-1} + \phi_1 h_{t-1} \quad (5.19)$$

będąca funkcją wariancji warunkowej modelu nazwanego asymetrycznym modelem  $ARCH$  (*asymetric ARCH*,  $AARCH$ ) (Engle, 1990).

Wspomniana asymetria może zostać uwzględniona przez następującą specyfikację funkcji wariancji warunkowej:

$$\sqrt{h_t} = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S [\gamma_s I(\xi_{t-s} > 0) |\xi_{t-s}| + \gamma_s I(\xi_{t-s} \leq 0) |\xi_{t-s}|] + \sum_{q=1}^Q \phi_q \sqrt{h_{t-q}} \quad (5.20)$$

gdzie:

$S > 0$ ,  $Q \geq 0$ , a  $I(\cdot)$  jest funkcją indykatora, która determinuje wartość parametru  $\gamma_s$  w zależności od znaku reszt (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

W przypadku, gdy  $\gamma=1$  model opisany powyższą formułą przyjmuje postać progowego modelu *ARCH* (*threshold ARCH*, *TARCH*( $S, Q$ )) (Zakoian, 1990), a dla  $\gamma=2$  modelu *GJR* zaproponowanego przez Glosten L.R., Jagannathana R. i Runkle'a D. (1993), który modeluje asymetryczny wpływ pozytywnych i negatywnych wiadomości na zmienność. Podejście jest analogiczne do modelu *EGARCH*, z tą różnicą, że w modelu *GJR*( $S, Q$ ) każde ramię krzywej wpływu informacji jest opisane przez połowę paraboli o innym nachyleniu. Model jest odpowiedni do przybliżenia efektu dźwigni (Tarczyński, Majewski, Tarczyńska-Łuniewska, Majewska i Mentel, 2021).

Model Taylor-Schwert *GARCH* jest specjalną odmianą modelu *APARCH* (*Asymmetric Power GARCH* - uogólnienie modelu *GJR*( $S, Q$ )) (Ding, Granger i Engle, 1993), w którym oszacowania nie są oparte na wariancji, ale na odchyleniu standardowym. Taylor-Schwert *GARCH* jest połączeniem modeli zaproponowanych przez Taylora S.J. (1986) i przez Schwerta G.W. (1989). Opisuje warunkowe odchylenie standardowe jako rozłożone opóźnienie bezwzględnych reszt i opóźnione warunkowe odchylenia standardowe (Bollerslev, 2008). Model *TS-GARCH*( $S, Q$ ) można opisać równaniem (Tarczyński, Majewski, Tarczyńska-Łuniewska, Majewska i Mentel, 2021):

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S |\xi_{t-s}| + \sum_{q=1}^Q \phi_q |h_{t-q}| \quad (5.21)$$

$S > 0$ ,  $Q \geq 0$ ,  $\gamma_0 > 0$ ,  $\phi_q \geq 0$ .

Engle R.F., Lilien D.M. i Robins R.P. (1987) wprowadzili model *ARCH-M*( $S$ ) (*ARCH-in-Mean*) pozwalający modelować zależność pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu a ryzykiem (Fiszeder, 2009). Model *GARCH-M*( $S, Q$ ) można przedstawić w postaci:

$$r_t = x_{(k)t} \alpha_{(k)} + \psi \sqrt{h_t} + \xi_t \quad (5.22)$$

$$\xi_t = \vartheta_t \sqrt{h_t} \quad (5.23)$$

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{s=1}^S \gamma_s \xi_{t-s}^2 \quad (5.24)$$

Parametr  $\psi$  wyraża efekt wpływu rosnącej wariancji warunkowej na tempo wzrostu kursu danego instrumentu finansowego. Wielkość tą można traktować jako 'parametr awersji do ryzyka' (Bollerslev, Chou i Kroner, 1992).

W praktyce wykorzystuje się zasadniczo uproszczoną wersję modelu, w której stopy zwrotu są funkcją wyłącznie wariancji warunkowej:

$$r_t = \psi \sqrt{h_t} + \xi_t \quad (5.25)$$

bądź

$$r_t = \psi \log \sqrt{h_t} + \xi_t \quad (5.26)$$

zaś

$$h_t = \gamma_0 + \gamma_1 \sum_{s=1}^S a_s \xi_{t-s}^2 \quad (5.27)$$

gdzie najczęściej  $S=4$  i  $a_s=(5-s)/10$ .

Zespół w składzie Müller U.A., Dacorogna M.M., Dave R.D., Olsen R.B., Pictet O.V., Weizsäcker J.E. opracował koncepcję modelu *HARCH*( $G$ ) (*heterogenous internal autoregressive conditional heteroscedasticity*) (Müller i inni, 1995) pozwalającą

uwzględnić występowanie odmiennych grup inwestorów, różniących się horyzontem czasowym lub częstotliwością zawierania transakcji. Innowacyjność modelu polega na przyjęciu założenia, że wariancja warunkowa powinna być mierzona w przedziałach czasowych o różnej długości, których rozkład zależy od struktury inwestorów rynku. Konstrukcja taka wynika z teorii o niejednorodnym rynku kapitałowym (*heterogenous market hypothesis, HMM*) (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

Funkcja wariancji warunkowej modelowana jest, w tej koncepcji, w następujący sposób:

$$r_t = \vartheta_t \sqrt{h_t} \quad (5.28)$$

$$h_t = \gamma_0 + \sum_{l=1}^L \gamma_l \left( \sum_{j=1}^{J_l} r_{t-j} \right)^2 \quad (5.29)$$

gdzie:  $J_l = \begin{cases} 1 & \text{dla } l = 1 \\ p^{l-2} + 1 & \text{dla } l > 1 \end{cases}$

oraz  $\gamma_0 > 0$ ,  $\gamma_l \geq 0$  dla  $l=1, \dots, L-1$  oraz  $\gamma_L > 0$  dla  $l=L$ .

Poza opisanymi wyżej najpopularniejszymi koncepcjami wykorzystania modelowania autoregresyjnego wyróżnia się dodatkowo inne odmiany modeli ARCH, jak na przykład:

- *PGARCH (power GARCH)* (Ding, Granger i Engle, 1993),
- *IGARCH (integrated GARCH)* (Engle i Bollerslev, 1986),
- *SWARCH (switching ARCH)* (Hamilton i Susmel, 1994),
- *FIGARCH (fractionally integrated GARCH)* (Baillie, Bollerslev i Mikkelsen, 1996),
- *STARARCH (structural ARCH)* (Harvey, Ruiz i Sentana, 1992),
- *QTARCH (qualitative threshold ARCH)* (Gourieroux i Monfort, 1992).

Analizę modelowania ARCH dla zależności stopy zwrotu od zmiennych niezależnych w postaci czynników pogodowych obrazuje poniższa tabela (Tabela 5.8). W większości istotność pogodowych determinant objawia się już na etapie modelu ARCH(S) bądź GARCH(S,Q). Modele wyższych klas mają zastosowania w postaci wykładniczego modelu GARCH (*exponential GARCH*), czyli EGARCH(S).

Tabela 5.8. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: stopa zwrotu).

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
Sektor paliwowo-energetyczny				
Model dla Energa, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0181296	0,00594649	-3,049	0,0023
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,75201·10 <sup>-05</sup>	5,83394·10 <sup>-06</sup>	3,003	0,0027
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000397648	4,72061·10 <sup>-05</sup>	8,424	3,65·10 <sup>-17</sup>
alpha	0,150631	0,0636091	2,368	0,0179
Model dla Lotos, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0156399	0,00806002	-1,940	0,0523
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,58740·10 <sup>-05</sup>	7,94273·10 <sup>-06</sup>	1,999	0,0457
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000367518	2,25022·10 <sup>-05</sup>	16,33	5,79·10 <sup>-60</sup>
alpha	0,285419	0,0514400	5,549	2,88·10 <sup>-08</sup>
Model dla Skotan, lokalizacja - Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				

Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	-0,000543766	0,000238077	-2,284	0,0224
Czas trwania opadu deszczu	0,000587635	0,000341253	1,722	0,0851
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00152730	0,000369281	4,136	3,54·10 <sup>-05</sup>
alpha	0,0756679	0,0548675	1,379	0,1679
Model dla Tauron, lokalizacja - Katowice Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000213929	7,31897·10 <sup>-06</sup>	-2,923	0,0035
Ustępnienie	0,000332134	0,000138670	2,395	0,0166
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,43946·10 <sup>-05</sup>	1,00427e-05	1,433	0,1518
alpha	0,0816236	0,0254967	3,201	0,0014
beta	0,897853	0,0381491	23,54	1,77·10 <sup>-122</sup>
Model dla Termo-Rex, lokalizacja - Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0495756	0,0223309	2,220	0,0264
Czas trwania opadu deszczu	-0,000912209	0,000327973	-2,781	0,0054
Średnia dobowa wilgotność względna	0,000235462	0,000100750	2,337	0,0194
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-6,66684·10 <sup>-05</sup>	2,31908·10 <sup>-05</sup>	-2,875	0,0040
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00128077	0,000145747	8,788	1,53·10 <sup>-18</sup>
alpha	0,346237	0,131978	2,623	0,0087
Model dla ZE Pątnów-Adamów-Koni, lokalizacja - Koło Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobowa wilgotność względna	0,000108117	3,69649·10 <sup>-05</sup>	2,925	0,0034
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-8,87745·10 <sup>-06</sup>	2,76229·10 <sup>-06</sup>	-3,214	0,0013
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000554724	6,51561·10 <sup>-05</sup>	8,514	1,68·10 <sup>-17</sup>
alpha	0,0489264	0,0340667	1,436	0,1509
Model dla Unimot, lokalizacja - Opole Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,257173	0,154925	-1,660	0,0969
Ustępnienie	0,000659760	0,000364843	1,808	0,0706
Czas trwania opadu deszczu	0,000801389	0,000336687	2,380	0,0173
Średnie dobowe zachmurzenie	0,00146677	0,000853450	1,719	0,0857
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000239690	0,000149499	1,653	0,0989
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00120584	0,000137758	8,753	2,07·10 <sup>-18</sup>
alpha_1	0,267957	0,0769843	3,481	0,0005
alpha_2	0,0798409	0,0303826	2,628	0,0086
Model dla PKN Orlen, lokalizacja - Płock Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	0,000318273	0,000148540	2,143	0,0321
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000405025	2,39016·10 <sup>-05</sup>	16,95	2,08·10 <sup>-64</sup>
alpha	0,139778	0,0504536	2,770	0,0056
Model dla Będzin, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	-0,000648773	0,000348962	-1,859	0,0630
Czas trwania opadu deszczu	0,000544327	0,000317591	1,714	0,0865
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000719512	9,10250·10 <sup>-05</sup>	7,905	2,69·10 <sup>-15</sup>
alpha	0,229585	0,0475051	4,833	1,35·10 <sup>-06</sup>
Model dla Enea, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(2) [Bollerslev] Normal				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	0,000302786	0,000155985	1,941	0,0522
Średnie dobowe zachmurzenie	-0,000240704	0,000103620	-2,323	0,0202

Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000380222	3,73314·10 <sup>-05</sup>	10,19	2,31·10 <sup>-24</sup>
alpha_1	0,227629	0,0850991	2,675	0,0075
alpha_2	0,118214	0,0502462	2,353	0,0186
Model dla ML System, lokalizacja - Rzeszów Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,371261	0,211784	-1,753	0,0796
Średnia temperatura dobowa	0,000393517	0,000208304	1,889	0,0589
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000362941	0,000207430	1,750	0,0802
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00135131	0,000245020	5,515	3,49·10 <sup>-08</sup>
alpha	0,243359	0,0930496	2,615	0,0089
Model dla PGE, lokalizacja - Warszawa Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,00297889	0,00139229	-2,140	0,0324
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000650059	0,000358498	1,813	0,0698
Równanie wariancji warunkowej				
omega	8,00977·10 <sup>-06</sup>	6,58636·10 <sup>-06</sup>	1,216	0,2239
alpha	0,0636582	0,0221264	2,877	0,0040
beta	0,926184	0,0293886	31,52	5,39·10 <sup>-218</sup>
Model dla PGNiG, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnie dobowe zachmurzenie	-0,000533492	0,000252959	-2,109	0,0349
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	3,02940·10 <sup>-06</sup>	1,39471·10 <sup>-06</sup>	2,172	0,0299
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000383591	2,45995·10 <sup>-05</sup>	15,59	8,06·10 <sup>-55</sup>
alpha	0,157860	0,0407005	3,879	0,0001
Model dla Polenergia, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000149684	6,77513·10 <sup>-05</sup>	-2,209	0,0272
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000517178	0,000204028	2,535	0,0112
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000390415	4,03849·10 <sup>-05</sup>	9,667	4,15·10 <sup>-22</sup>
alpha_1	0,310676	0,0894003	3,475	0,0005
alpha_2	0,190556	0,0729542	2,612	0,0090
Model dla Kogeneracja, lokalizacja - Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	0,000250799	0,000112204	2,235	0,0254
Średnia dobowa wilgotność względna	-1,31085·10 <sup>-05</sup>	7,21020·10 <sup>-06</sup>	-1,818	0,0691
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000336101	3,86422·10 <sup>-05</sup>	8,698	3,38·10 <sup>-18</sup>
alpha	0,289938	0,0673917	4,302	1,69·10 <sup>-05</sup>
Sektor budowlany				
Model dla Unibep, lokalizacja - Białystok Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,00340341	0,00151459	-2,247	0,0246
Suma dobowa opadów	-0,000216066	8,16488·10 <sup>-05</sup>	-2,646	0,0081
Średnie dobowe zachmurzenie	0,000754640	0,000258210	2,923	0,0035
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000384878	2,63435·10 <sup>-05</sup>	14,61	2,43·10 <sup>-48</sup>
alpha	0,279872	0,0752418	3,720	0,0002
Model dla Decpol, lokalizacja - Gdańsk Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Ustępnienie	-0,000344268	5,23351·10 <sup>-05</sup>	-6,578	4,76·10 <sup>-11</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	-0,000559016	7,88967·10 <sup>-05</sup>	-7,085	1,39·10 <sup>-12</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,000232109	4,00051·10 <sup>-05</sup>	-5,802	6,55·10 <sup>-09</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	-0,000156897	4,40194·10 <sup>-06</sup>	-35,64	3,06·10 <sup>-278</sup>

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,78443·10 <sup>-05</sup>	8,48189·10 <sup>-07</sup>	21,04	2,94·10 <sup>-98</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,61277	0,153030	-49,75	0,0000
alpha	0,497508	0,0704200	7,065	1,61·10 <sup>-12</sup>
gamma	-0,0553043	0,0541810	-1,021	0,3074
Model dla Mercor, lokalizacja - Gdańsk Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Ustępnienie	0,000178800	6,09749·10 <sup>-05</sup>	2,932	0,0034
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,000126314	7,20699·10 <sup>-05</sup>	-1,753	0,0797
Średnia dobową wilgotność względna	0,000104420	4,17554·10 <sup>-06</sup>	25,01	5,06·10 <sup>-138</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-8,35630·10 <sup>-06</sup>	4,67120·10 <sup>-07</sup>	-17,89	1,44·10 <sup>-71</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,95316	0,0807869	-98,45	0,0000
alpha	0,346373	0,0573356	6,041	1,53·10 <sup>-09</sup>
gamma	0,0246411	0,0425379	0,5793	0,5624
Model dla Lentex, lokalizacja - Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0114921	0,00528525	-2,174	0,0297
Średnia dobową prędkość wiatru	0,000662468	0,000269398	2,459	0,0139
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	9,40878·10 <sup>-06</sup>	5,18107·10 <sup>-06</sup>	1,816	0,0694
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000191271	1,58453·10 <sup>-05</sup>	12,07	1,50·10 <sup>-33</sup>
alpha	0,296445	0,0630814	4,699	2,61·10 <sup>-06</sup>
Model dla Ferro, lokalizacja - Kraków Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0932551	0,000103491	-901,1	0,0000
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	9,24165·10 <sup>-05</sup>	5,42968·10 <sup>-07</sup>	170,2	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,86421	0,0816122	-96,36	0,0000
alpha	0,349728	0,0769744	4,543	5,53·10 <sup>-06</sup>
gamma	-0,0539141	0,0665172	-0,8105	0,4176
Model dla InstalKRK, lokalizacja - Kraków Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0224392	0,00125239	17,92	8,68·10 <sup>-72</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-2,16707·10 <sup>-05</sup>	1,37952·10 <sup>-06</sup>	-15,71	1,32·10 <sup>-55</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,91863	0,121128	-65,37	0,0000
alpha	0,216048	0,0797095	2,710	0,0067
gamma	-0,0912189	0,0580491	-1,571	0,1161
Model dla Mirbud, lokalizacja - Łódź Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	-0,000228889	0,000101077	-2,265	0,0235
Ustępnienie	0,000500256	0,000297231	1,683	0,0924
Średnie dobowe zachmurzenie	0,00154566	0,000567831	2,722	0,0065
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-7,89552·10 <sup>-06</sup>	4,01457·10 <sup>-06</sup>	-1,967	0,0492
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000626620	6,96707·10 <sup>-05</sup>	8,994	2,38·10 <sup>-19</sup>
alpha	0,211274	0,0729711	2,895	0,0038
Model dla Decora, lokalizacja - Poznań Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobową opadów	0,000220085	0,000129220	1,703	0,0885
Ustępnienie	-0,000401431	9,20967·10 <sup>-05</sup>	-4,359	1,31·10 <sup>-05</sup>
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,000582730	0,000292261	-1,994	0,0462
Średnia dobową wilgotność względna	-8,20138·10 <sup>-05</sup>	3,45899·10 <sup>-05</sup>	-2,371	0,0177
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	9,99270·10 <sup>-06</sup>	3,00288·10 <sup>-06</sup>	3,328	0,0009

Równanie wariancji warunkowej				
omega	-8,04828	0,0268062	-300,2	0,0000
alpha	0,716276	0,0264198	27,11	7,24·10 <sup>-162</sup>
gamma	-0,0486203	0,0214504	-2,267	0,0234
Model dla Pekabex, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,00127748	0,000636721	2,006	0,0448
Czas trwania opadu deszczu	-0,000265479	0,000151485	-1,753	0,0797
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000429391	3,37274·10 <sup>-05</sup>	12,73	3,97·10 <sup>-37</sup>
alpha	0,187708	0,0416513	4,507	6,59·10 <sup>-06</sup>
Model dla Pozbud, lokalizacja - Poznań Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,00808183	0,00264934	-3,051	0,0023
Średnia temperatura dobowa	-0,000223047	0,000114983	-1,940	0,0524
Ustępnienie	0,000720982	0,000203135	3,549	0,0004
Średnie dobowe zachmurzenie	0,00112455	0,000373509	3,011	0,0026
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,22411	0,0197891	-365,1	0,0000
alpha	0,312044	0,0246146	12,68	7,92·10 <sup>-37</sup>
gamma	0,122065	0,0157876	7,732	1,06·10 <sup>-14</sup>
Model dla Torpol, lokalizacja - Poznań Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,137760	0,000642758	-214,3	0,0000
Średnia temperatura dobowa	-0,000158893	6,98601·10 <sup>-05</sup>	-2,274	0,0229
Suma dobowa opadów	0,000189913	9,37805·10 <sup>-05</sup>	2,025	0,0429
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000136869	1,33417·10 <sup>-06</sup>	102,6	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,52436	0,0812166	-92,65	0,0000
alpha	0,388488	0,0706369	5,500	3,80·10 <sup>-08</sup>
gamma	0,0309165	0,0621149	0,4977	0,6187
Model dla Budimex, lokalizacja - Warszawa Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0234410	0,000243680	96,20	0,0000
Średnia temperatura dobowa	-0,000118412	4,63486·10 <sup>-05</sup>	-2,555	0,0106
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-2,12537·10 <sup>-05</sup>	6,97174·10 <sup>-07</sup>	-30,49	4,06·10 <sup>-204</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,99241	0,0696991	-114,7	0,0000
alpha	0,407530	0,0635554	6,412	1,43·10 <sup>-10</sup>
gamma	0,00531283	0,0525381	0,1011	0,9195
Model dla Erbud, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,00215437	0,000920070	2,342	0,0192
Ustępnienie	-0,000407032	0,000160929	-2,529	0,0114
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000709759	0,000112377	6,316	2,69·10 <sup>-10</sup>
alpha	0,130523	0,0659145	1,980	0,0477
Model dla MFO, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000158707	7,79335·10 <sup>-05</sup>	-2,036	0,0417
Ustępnienie	0,000426068	0,000173185	2,460	0,0139
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000693377	6,30594·10 <sup>-05</sup>	11,00	4,01·10 <sup>-28</sup>
alpha	0,196542	0,0474907	4,139	3,50·10 <sup>-05</sup>
Model dla PolimexMS, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,897304	0,178390	-5,030	4,90·10 <sup>-07</sup>
Suma dobowy opadów	-0,00331475	0,000826695	-4,010	6,08·10 <sup>-05</sup>

Czas trwania opadu deszczu	0,00756793	0,00153749	4,922	8,55·10 <sup>-07</sup>
Średnia dobową prędkość wiatru	0,00214458	0,000978931	2,191	0,0285
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000868489	0,000174354	4,981	6,32·10 <sup>-07</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00135558	0,000141001	9,614	6,98·10 <sup>-22</sup>
alpha	2,95541	1,34519	2,197	0,0280
Model dla Ropczyce, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,121173	0,0573896	-2,111	0,0347
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000119357	5,65730·10 <sup>-05</sup>	2,110	0,0349
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000399191	3,34049·10 <sup>-05</sup>	11,95	6,49·10 <sup>-33</sup>
alpha	0,203890	0,0548504	3,717	0,0002
Model dla Śnieżka, lokalizacja – Warszawa Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0937790	0,0458593	-2,045	0,0409
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	9,26797e-05	4,51488e-05	2,053	0,0401
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,14687e-06	1,48812e-06	0,7707	0,4409
alpha	0,0273217	0,00813246	3,360	0,0008
gamma	0,968652	0,0120698	80,25	0,0000
Model dla Trakcja, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,287368	0,0979920	-2,933	0,0034
Średnie dobowe zachmurzenie	0,000951074	0,000371860	2,558	0,0105
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000276972	9,56644·10 <sup>-05</sup>	2,895	0,0038
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000735910	0,000126552	5,815	6,06·10 <sup>-09</sup>
alpha	0,439902	0,170053	2,587	0,0097
Model dla Ulma, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Czas trwania opadu deszczu	-0,000232773	0,000119281	-1,951	0,0510
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000263711	2,80334·10 <sup>-05</sup>	9,407	5,10·10 <sup>-21</sup>
alpha	0,453727	0,145844	3,111	0,0019
Model dla SelenafM, lokalizacja – Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,00167482	0,00103208	1,643	0,0946
Średnia temperatura dobową	-0,000125937	6,90278·10 <sup>-05</sup>	-1,824	0,0681
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000507616	4,84914·10 <sup>-05</sup>	10,47	1,21·10 <sup>-25</sup>
alpha	0,180649	0,0585436	3,086	0,0020

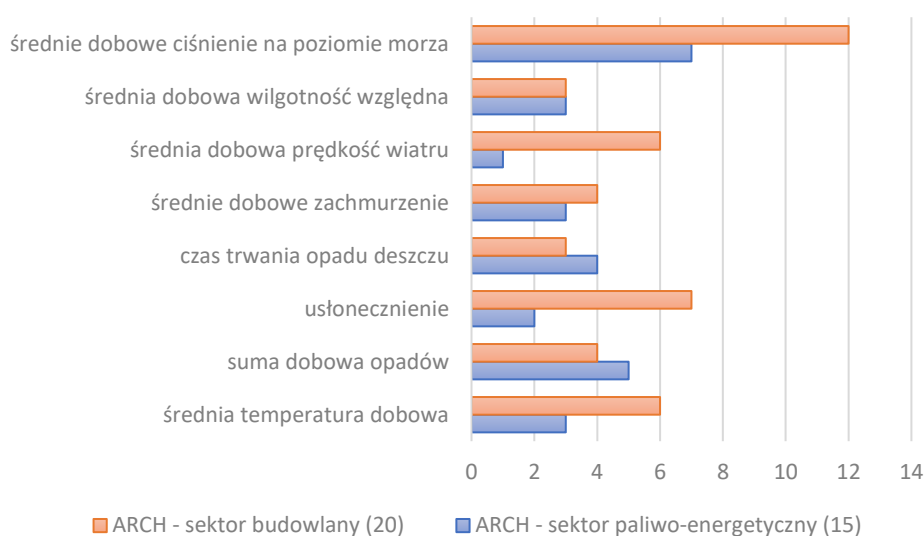
Źródło: opracowanie własne.

Dla spółek z grupy paliwo-energetycznej w blisko 50% przypadków zmienną przyczynową dla procentowych zmian cen akcji danego podmiotu jest średnie dobowe ciśnienie atmosferyczne. Jeszcze większe znaczenie tego czynnika meteorologicznego widoczne jest w analogicznej analizie dla sektora budowlanego (13/20). Jest to o tyle ciekawe spostrzeżenie, że w dotychczasowych analizach zmienna ta nie wykazywała aż tak istotnego znaczenia. Jednak, jeżeli odniesiemy ten wynik do analiz poczynionych w tym zakresie przez zespół Tarczyński W., Majewski S., Tarczyńska-Łuniewska M., Majewska A., Mentel G. (2021) to otrzymuje się pewne potwierdzenie wskazań. Niewiele mniej pozytywnych wskazań 5/15 czy też 4/15 mają odpowiednio takie zmienne jak suma



dobowa opadów i czas trwania opadu deszczu. Dotyczy to jednak pierwszej analizowanej grupy spółek. W przypadku drugiej większe znaczenie odgrywiają: usłonecznienie 7/20, średnia dobowa temperatura 6/20, czy też średnia dobowa prędkość wiatru. Pozostałe zmienne uwzględnione w badaniu zmienne mają liczbę pozytywnych wskazań stosunkowo mniejszą.

Zaobserwowane wskazania dla zmiennej zależnej w postaci stopy zwrotu obrazuje poniższa prezentacja graficzna (Rysunek 5.4).



Rysunek 5.4. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do stopy zwrotu - analiza ARCH.

Źródło: opracowanie własne.

Analogiczną analizę w odniesieniu do logarytmicznych zmian wolumenu obrotu przedstawia tabela 5.9. Charakterystycznym elementem estymowanych w tym wypadku modeli jest różnorodność w zakresie modelowania zakłóceń losowych. W kilku bowiem przypadkach idealnym rozkładem okazuje się GED, który jest znacznie smuklejszy od rozkładu normalnego (Rysunek 4.9). Wynika to głównie ze specyfiki samej zmiennej zależnej. W znacznej liczbie przypadków modelowanie wychodzi poza tzw. klasykę ARCH i wymaga uwzględniania asymetrii warunkowej wariancji  $h_t$  względem  $\xi_t$  w postaci zastosowania modelu progowego ARCH - TARCH( $S, Q$ ).

Tabela 5.9. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: wolumen obrotu).

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
Sektor paliwowo-energetyczny				
Model dla Energa, lokalizacja - Gdańsk				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (GED)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobowa wilgotność względna	-0,00203412	0,00113241	-1,796	0,0725
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000162931	8,99308·10 <sup>-05</sup>	1,812	0,0700
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,323592	0,0194914	16,60	6,77·10 <sup>-62</sup>
alpha	0,311021	0,0492862	6,311	2,78·10 <sup>-10</sup>
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,63635	0,0857521	19,08	3,54·10 <sup>-81</sup>

Model dla Lotos, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,855468	0,274597	3,115	0,0018
czas trwania opadu deszczu	-0,0121887	0,00453300	-2,689	0,0072
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,000815572	0,000270766	-3,012	0,0026
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,252411	0,0136342	18,51	1,62·10 <sup>-76</sup>
alpha	0,193388	0,0354603	5,454	4,93·10 <sup>-08</sup>
Model dla Skotan, lokalizacja – Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (GED)				
Warunkowe równanie średniej				
ustonecznienie	-0,0105601	0,00262994	-4,015	5,94·10 <sup>-05</sup>
średnia dobowa wilgotność względna	-0,00397110	0,00137974	-2,878	0,0040
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000315928	9,42697·10 <sup>-05</sup>	3,351	0,0008
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,33918	0,0971695	13,78	3,27·10 <sup>-43</sup>
alpha	0,306986	0,0470149	6,530	6,60·10 <sup>-11</sup>
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,33756	0,0780596	17,14	8,12·10 <sup>-66</sup>
Model dla Tauron, lokalizacja – Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,258589	0,129766	1,993	0,0463
ustonecznienie	-0,00860413	0,00423384	-2,032	0,0421
średnia dobowa wilgotność względna	-0,00289081	0,00150232	-1,924	0,0543
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,240484	0,0129757	18,53	1,11·10 <sup>-76</sup>
alpha	0,263899	0,0387187	6,816	9,37·10 <sup>-12</sup>
Model dla Termo-Rex, lokalizacja - Katowice Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
ustonecznienie	-0,0180744	0,00244527	-7,392	1,45·10 <sup>-13</sup>
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0742542	0,000499729	-148,6	0,0000
średnia dobowa prędkość wiatru	0,0650921	0,000489246	133,0	0,0000
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000415691	5,65693·10 <sup>-05</sup>	7,348	2,01·10 <sup>-13</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,86049	1,04223	1,785	0,0742
alpha	0,168285	0,0475782	3,537	0,0004
gamma	-0,140807	0,147858	-0,9523	0,3409
beta	0,578923	0,196108	2,952	0,0032
Model dla ZE Pątnów-Adamów-Koni, lokalizacja - Koło Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
średnia temperatura dobowa	0,00633712	0,000591571	10,71	8,91·10 <sup>-27</sup>
ustonecznienie	-0,00841127	0,00109139	-7,707	1,29·10 <sup>-14</sup>
średnia dobowa prędkość wiatru	0,0101396	0,00114089	8,887	6,25·10 <sup>-19</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,705040	0,197424	3,571	0,0004
alpha	0,148738	0,0300770	4,945	7,61·10 <sup>-07</sup>
gamma	-0,345675	0,151597	-2,280	0,0226
beta	0,431692	0,136749	3,157	0,0016
Model dla Unimot, lokalizacja - Opole Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	8,00994	4,42747	1,809	0,0704
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,00785166	0,00434887	-1,805	0,0710
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,05697	0,0977943	10,81	3,15·10 <sup>-27</sup>
alfa_1	0,343551	0,0520499	6,600	4,10·10 <sup>-11</sup>
alfa_2	0,252139	0,0712038	3,541	0,0004
Model dla PKN Orlen, lokalizacja - Płock Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				

Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0944945	0,00194539	-48,57	0,0000
średnia dobowa prędkość wiatru	-0,00712779	0,000908176	-7,848	4,21·10 <sup>-15</sup>
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000118405	1,35063·10 <sup>-05</sup>	8,767	1,84·10 <sup>-18</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-1,60424	0,182058	-8,812	1,23·10 <sup>-18</sup>
alpha	0,512999	0,0597625	8,584	9,17·10 <sup>-18</sup>
gamma	-0,00300774	0,0367708	-0,08180	0,9348
beta	0,0814253	0,130517	0,6239	0,5327
Model dla Będzin, lokalizacja - Poznań Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (GED)				
Warunkowe równanie średniej				
const	1,87091	0,0136880	136,7	0,0000
suma dobowa opadów	-0,0161506	0,000308138	-52,41	0,0000
średnia dobowa prędkość wiatru	0,0158072	0,00225925	6,997	2,62·10 <sup>-12</sup>
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,00189524	1,87175·10 <sup>-05</sup>	-101,3	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,153991	0,0833572	1,847	0,0647
alpha	0,0956883	0,0296000	3,233	0,0012
beta	0,888660	0,0348193	25,52	1,12·10 <sup>-143</sup>
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,27561	0,131858	9,674	3,88·10 <sup>-22</sup>
Model dla Enea, lokalizacja - Poznań Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0846742	0,00212699	39,81	0,0000
uśonecznienie	-0,00570764	0,000440563	-12,96	2,19·10 <sup>-38</sup>
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0144399	0,000410873	-35,14	1,41·10 <sup>-270</sup>
średnia dobowa prędkość wiatru	0,00921321	0,000170627	54,00	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,290022	0,0486968	5,956	2,59·10 <sup>-09</sup>
alpha	0,241558	0,0307030	7,868	3,62·10 <sup>-15</sup>
gamma	-0,182501	0,0993715	-1,837	0,0663
beta	0,117784	0,119072	0,9892	0,3226
Model dla ML System, lokalizacja - Rzeszów Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
średnia temperatura dobowa	-0,00305172	0,00166165	-1,837	0,0663
średnia dobowa prędkość wiatru	-0,0255917	0,00925657	-2,765	0,0057
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,0271873	0,0118520	2,294	0,0218
alpha	0,0321768	0,0103753	3,101	0,0019
gamma	3,89067	1,53072	2,542	0,0110
beta	0,970124	0,00875729	110,8	0,0000
Model dla PGE, lokalizacja - Warszawa Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	2,97461	0,00636158	467,6	0,0000
uśonecznienie	0,00816443	0,00153479	5,320	1,04·10 <sup>-07</sup>
czas trwania opadu deszczu	-0,00975398	0,000400132	-24,38	3,00·10 <sup>-131</sup>
średnia dobowa wilgotność względna	0,00375271	0,000103758	36,17	1,94·10 <sup>-286</sup>
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,00320546	1,27732·10 <sup>-05</sup>	-251,0	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,311104	0,0406636	7,651	2,00·10 <sup>-14</sup>
alpha	0,258583	0,0345361	7,487	7,03·10 <sup>-14</sup>
beta	-0,0904698	0,104615	-0,8648	0,3872
Model dla PGNiG, lokalizacja - Warszawa Model: ARCh(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
czas trwania opadu deszczu	-0,00695107	0,00344394	-2,018	0,0436
średnia dobowa wilgotność względna	0,000395156	0,000197490	2,001	0,0454
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,212291	0,0130917	16,22	3,91·10 <sup>-59</sup>
alpha	0,258315	0,0436922	5,912	3,38·10 <sup>-59</sup>

Model dla Polenergia, lokalizacja - Warszawa Model: TARCH(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
czas trwania opadu deszczu	-0,0126299	0,00187074	-6,751	1,47·10 <sup>-11</sup>
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0218899	0,000294880	-74,23	0,0000
średnia dobowa prędkość wiatru	0,0109425	0,000248104	44,10	0,0000
średnia dobowa wilgotność względna	0,00366194	6,89139·10 <sup>-05</sup>	53,14	0,0000
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,000175301	2,60773·10 <sup>-05</sup>	-6,722	1,79·10 <sup>-11</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,147508	0,108973	1,354	0,1759
alpha	0,162757	0,0638164	2,550	0,0108
beta	0,811136	0,0940116	8,628	6,24·10 <sup>-18</sup>
Model dla Kogeneracja, lokalizacja - Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	11,6908	6,04311	1,935	0,0530
suma dobowa opadów	-0,0240637	0,00934320	-2,576	0,0100
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,0114749	0,00593984	-1,932	0,0534
Równanie wariancji warunkowej				
omega	3,35047	0,220500	15,19	3,83·10 <sup>-52</sup>
alpha	0,310314	0,0449759	6,900	5,22·10 <sup>-12</sup>
Sektor budowlany				
Model dla Unibep, lokalizacja - Białystok Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	591,455	137,058	4,315	1,59·10 <sup>-05</sup>
Ustępnienie	-631,801	193,282	-3,269	0,0011
Średnie dobowe zachmurzenie	-1913,25	379,497	-5,042	4,62·10 <sup>-07</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	84,4157	26,5924	3,174	0,0015
Równanie wariancji warunkowej				
omega	4,96782·10 <sup>+07</sup>	2,49920·10 <sup>+07</sup>	1,988	0,0468
alpha	12,4953	3,70927	3,369	0,0008
Model dla Decpol, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-39313,6	3102,66	-12,67	8,57·10 <sup>-37</sup>
Średni temperatura dobową	-94,0911	4,37459	-21,51	1,29·10 <sup>-102</sup>
Suma dobowa opadów	-49,0123	7,05356	-6,949	3,69·10 <sup>-12</sup>
Ustępnienie	579,147	12,1585	47,63	0,0000
Czas trwania opadu deszczu	402,986	8,03561	50,15	0,0000
Średnie dobowe zachmurzenie	-517,777	27,4215	-18,88	1,60·10 <sup>-79</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	160,733	22,6141	7,108	1,18·10 <sup>-12</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	80,8343	2,71355	29,79	5,41·10 <sup>-195</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	33,5625	2,97513	11,28	1,63·10 <sup>-29</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	7,06117·10 <sup>+06</sup>	449051	15,72	1,03·10 <sup>-55</sup>
alpha	21,9891	0,381191	57,69	0,0000
Model dla Mercor, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średni temperatura dobową	422,885	130,929	3,230	0,0012
Suma dobowa opadów	466,217	268,822	1,734	0,0829
Ustępnienie	897,777	241,867	3,712	0,0002
Czas trwania opadu deszczu	-659,459	335,073	-1,968	0,0491
Średnie dobowe zachmurzenie	2532,20	476,357	5,316	1,06·10 <sup>-07</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	1162,30	492,690	2,359	0,0183
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-23,9240	4,01665	-5,956	2,58·10 <sup>-09</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	8,57794·10 <sup>+07</sup>	2,43959·10 <sup>+07</sup>	3,516	0,0004
alpha	6,48872	1,70149	3,814	0,0001
Model dla Lentex, lokalizacja - Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				

const	32448,7	11580,5	2,802	0,0051
Średni temperatura dobową	-369,650	157,583	-2,346	0,0190
Średnie dobowe zachmurzenie	1151,02	582,040	1,978	0,0480
Średnia dobową wilgotność względną	-220,024	124,062	-1,773	0,0761
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$8,67614 \cdot 10^{+08}$	$2,18862 \cdot 10^{+08}$	3,964	$7,36 \cdot 10^{-05}$
alpha	0,567806	0,374153	1,518	0,1291
Model dla Ferro, lokalizacja - Kraków Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	555437	194684	2,853	0,0043
Średni temperatura dobową	-807,116	177,250	-4,554	$5,27 \cdot 10^{-06}$
Suma dobową opadów	1320,96	389,525	3,391	0,0007
Czas trwania opadu deszczu	-2456,04	517,261	-4,748	$2,05 \cdot 10^{-06}$
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-529,457	191,505	-2,765	0,0057
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$4,26021 \cdot 10^{+08}$	$2,98201 \cdot 10^{+08}$	1,429	0,1531
alpha	8,47877	7,05495	1,202	0,2294
Model dla InstalKrk, lokalizacja - Kraków Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	127044	43720,2	2,906	0,0037
Średni temperatura dobową	-176,950	46,9842	-3,766	0,0002
Czas trwania opadu deszczu	-224,129	134,201	-1,670	0,0949
Średni dobową wilgotność względną	-146,663	29,4811	-4,975	$6,53 \cdot 10^{-07}$
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-110,142	43,6131	-2,525	0,0116
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$3,35792 \cdot 10^{+07}$	$1,64079 \cdot 10^{+07}$	2,047	0,0407
alpha	11,2009	5,71853	1,959	0,0501
Model dla Mirbud, lokalizacja - Łódź Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	$2,69276 \cdot 10^{+06}$	$1,29467 \cdot 10^{+06}$	2,080	0,0375
Średni temperatura dobową	-4677,61	1645,68	-2,842	0,0045
Ustępnienie	7365,46	2476,64	2,974	0,0029
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-2527,28	1270,49	-1,989	0,0467
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$2,31049 \cdot 10^{+10}$	$4,26890 \cdot 10^{+09}$	5,412	0,0021
alpha	2,92366	0,948630	3,082	$6,22 \cdot 10^{-08}$
Model dla Decora, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-177318	4247,07	-41,75	0,0000
Ustępnienie	-660,046	12,1870	-54,16	0,0000
Średnie dobowe zachmurzenie	-1405,11	22,3912	-62,75	0,0000
Średni dobową wilgotność względną	71,1684	2,97418	23,93	$1,54 \cdot 10^{-126}$
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	185,069	4,16115	44,48	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$1,90938 \cdot 10^{+07}$	731379	26,11	$3,07 \cdot 10^{-159}$
alpha_1	9,44237	0,144833	65,19	0,0000
alpha_2	-0,000796975	$4,25569 \cdot 10^{-05}$	-18,73	$2,97 \cdot 10^{-78}$
Model dla Pekabex, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średni temperatura dobową	968,176	339,795	2,849	0,0044
Ustępnienie	-1520,06	689,641	-2,204	0,0275
Średni dobową wilgotność względną	64,3980	25,1777	2,558	0,0105
Równanie wariancji warunkowej				
omega	$3,02218 \cdot 10^{+08}$	$1,63166 \cdot 10^{+08}$	1,852	0,0640
alpha	2,84583	2,62866	1,083	0,2790
Model dla Pozbud, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				

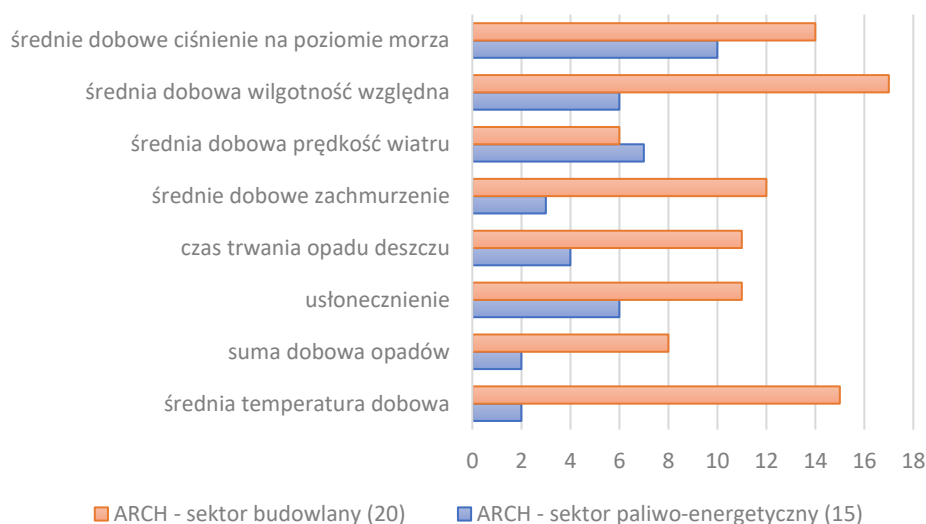
const	-1,82992·10 <sup>+06</sup>	257124	-7,117	1,10·10 <sup>-12</sup>
Ustęnczenie	1172,16	605,417	1,936	0,0529
Czas trwania opadu deszczu	2828,97	772,680	3,661	0,0003
Średnie dobowe zachmurzenie	4441,26	1055,77	4,207	2,59·10 <sup>-05</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	1849,34	861,774	2,146	0,0319
Średnia dobowa wilgotność względna	-312,828	174,717	-1,790	0,0734
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1798,42	256,819	7,003	2,51·10 <sup>-12</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	7,76271·10 <sup>+08</sup>	2,10198·10 <sup>+08</sup>	3,693	0,0002
alpha	5,27969	1,23311	4,282	1,86·10 <sup>-05</sup>
Model dla Torpol, lokalizacja – Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	-1403,41	540,235	-2,598	0,0094
Suma dobową opadów	1252,43	686,886	1,823	0,0683
Ustęnczenie	1605,56	728,712	2,203	0,0276
Czas trwania opadu deszczu	1302,36	775,423	1,680	0,0930
Średnie dobowe zachmurzenie	5170,56	1650,57	3,133	0,0017
Średnia dobowa prędkość wiatru	-6838,84	1283,15	-5,330	9,84·10 <sup>-08</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	-1146,56	242,717	-4,724	2,31·10 <sup>-06</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	121,179	18,7438	6,465	1,01·10 <sup>-10</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,74112·10 <sup>+09</sup>	2,56585·10 <sup>+08</sup>	6,786	1,15·10 <sup>-11</sup>
alpha	1,19914	0,351829	3,408	0,0007
Model dla Budimex, lokalizacja – Warszawa Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	44141,7	63,6713	693,3	0,0000
Średnia temperatura dobową	-111,833	22,0809	-5,065	4,09·10 <sup>-07</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	342,817	5,04427	67,96	0,0000
Średnia dobowa wilgotność względna	-98,5814	1,71197	-57,58	0,0000
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-26,9553	0,270173	-99,77	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,49028·10 <sup>+08</sup>	2,00597·10 <sup>+07</sup>	7,429	1,09·10 <sup>-13</sup>
alpha	0,389825	0,252410	1,544	0,1225
gamma	-0,784707	0,750769	-1,045	0,2959
beta	0,0315838	0,0648228	0,4872	0,6261
Model dla Erbud, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	-189,870	45,2570	-4,195	2,72·10 <sup>-05</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	332,345	190,044	1,749	0,0803
Średnia dobowa wilgotność względna	-54,0878	29,2470	-1,849	0,0644
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	7,46897	2,19077	3,409	0,0007
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,37463·10 <sup>+07</sup>	3,46079·10 <sup>+06</sup>	3,972	7,13·10 <sup>-05</sup>
alpha	4,64338	1,47142	3,156	0,0016
Model dla MFO, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-7867,92	2574,28	-3,056	0,0022
Ustęnczenie	540,774	149,632	3,614	0,0003
Czas trwania opadu deszczu	473,681	187,336	2,529	0,0115
Średnia dobowa wilgotność względna	90,3585	31,8300	2,839	0,0045
Równanie wariancji warunkowej				
omega	3,18300·10 <sup>+07</sup>	1,32927·10 <sup>+07</sup>	2,395	0,0166
alpha	3,74752	2,55642	1,466	0,1427
Model dla PolimexMS, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-1,29313·10 <sup>+06</sup>	252874	-5,114	3,16·10 <sup>-07</sup>
Średnia temperatura dobową	2584,82	203,417	12,71	5,41·10 <sup>-37</sup>
Suma dobową opadów	-2589,08	473,316	-5,470	4,50·10 <sup>-08</sup>

Średnie dobowe zachmurzenie	12778,4	641,897	19,91	3,52·10 <sup>-88</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	18463,6	827,978	22,30	3,72·10 <sup>-110</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	4784,08	143,259	33,39	1,63·10 <sup>-244</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	853,705	246,640	3,461	0,0005
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,15360·10 <sup>+10</sup>	1,07177·10 <sup>+09</sup>	10,76	5,12·10 <sup>-27</sup>
alpha	7,56768	0,0614510	123,1	0,0000
Model dla Ropczyce, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	50,9389	28,6500	1,778	0,0754
Czas trwania opadu deszczu	-56,9924	24,5645	-2,320	0,0203
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,59476	0,134690	11,84	2,42·10 <sup>-32</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	5,55765·10 <sup>+06</sup>	1,22855·10 <sup>+06</sup>	4,524	6,08·10 <sup>-06</sup>
alpha	0,531876	0,282100	1,885	0,0594
Model dla Śnieżka, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-21322,9	1022,70	-20,85	1,54·10 <sup>-96</sup>
Średnia temperatura dobowa	-278,194	2,77275	-100,3	0,0000
Suma dobowa opadów	-55,9499	3,54222	-15,80	3,36·10 <sup>-56</sup>
Ustępnienie	465,235	6,78281	68,59	0,0000
Czas trwania opadu deszczu	234,051	4,24492	55,14	0,0000
Średnie dobowe zachmurzenie	-223,668	7,33875	-30,48	5,15·10 <sup>-204</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	-29,2318	10,2297	-2,858	0,0043
Średnia dobowa wilgotność względna	26,6965	1,67999	15,89	7,33·10 <sup>-57</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	20,4192	1,01942	20,03	3,00·10 <sup>-89</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	3,41597·10 <sup>+06</sup>	274713	12,43	1,69·10 <sup>-35</sup>
alpha	45,7882	1,15505	39,64	0,0000
Model dla Trakcja, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobowa wilgotność względna	1328,50	371,652	3,575	0,0004
Równanie wariancji warunkowej				
omega	3,19447·10 <sup>+10</sup>	1,24780·10 <sup>+10</sup>	2,560	0,0105
alpha	1,25192	0,549663	2,278	0,0228
Model dla Ulma, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	32173,9	8186,21	3,930	8,49·10 <sup>-05</sup>
Średnia temperatura dobowa	-71,5059	6,93126	-10,32	5,94·10 <sup>-25</sup>
Suma dobowa opadów	15,5108	5,06571	3,062	0,0022
Ustępnienie	89,6976	14,6051	6,142	8,17·10 <sup>-10</sup>
Czas trwania opadu deszczu	-51,3439	13,1273	3,911	9,18·10 <sup>-05</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	233,400	33,2616	7,017	2,27·10 <sup>-12</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	-129,908	58,9021	-2,205	0,0274
Średnia dobowa wilgotność względna	-8,22854	3,63354	-2,265	0,0235
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-30,7484	8,12734	-3,783	0,0002
Równanie wariancji warunkowej				
omega	203831	69956,7	2,914	0,0036
alpha	4,84807	1,00214	4,838	1,31·10 <sup>-06</sup>
Model dla SelenaFM, lokalizacja – Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-193,720	54,5446	-3,552	0,0004
Czas trwania opadu deszczu	-349,474	70,9580	-4,925	8,43·10 <sup>-07</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	105,616	11,5222	9,166	4,90·10 <sup>-20</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,68840·10 <sup>+07</sup>	5,75623·10 <sup>+06</sup>	2,933	0,0034
alpha	4,70608	1,41110	3,335	0,0009

Źródło: opracowanie własne.

Oceniając powyższe rezultaty oszacowań można dostrzec znaczący istotny wpływ determinant pogodowych w odniesieniu do zmiennej zależnej jaką jest w tym wypadku wolumen obrotu. Ilość pozytywnych wskazań jest wyraźnie większa niż w przypadku analogicznej analizy z wykorzystaniem analizy VAR. Jest również większa w relacji do badań tego typu przeprowadzonych dla stopy zwrotu. Jako wyraźną determinantę, można uznać ponownie zmienną średnie dobowe ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza. Są to aż 24 przypadki na 35 rozpatrywanych spółek co daje ok. 69% wskazań. Przy założonych, odpowiednio na poziomie 1%, 5% oraz 10%, progowych poziomach istotności ‘do głosu’ dochodzi również zmienna średnia względna dobową wilgotność. W tym wypadku skuteczność pozytywnych wskazań jest niewiele mniejsza i wynosi odpowiednio 23/35 czyli ok. 66%. W pozostałych przypadkach odsetek ten nie przekracza 50%.

Szczegółową analizę ARCH dla wolumenu obrotu obrazuje Rysunek 5.5.



Rysunek 5.5. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu - analiza ARCH.

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie zbiorcze, dotychczas otrzymanych rezultatów obrazuje tabela 5.10. Wyniki w niej zawarte wyraźnie wskazują na częstotliwość występowania danego czynnika pogodowego w modelowaniu zmiennej zależnej, określającej ‘aktywność’ uczestników rynku giełdowego. Dużo większy wpływ zmiennych meteorologicznych zauważalny jest w przypadku modelowania uwzględniającego zjawisko heteroskedastyczności. W klasycznych badaniach przyczynowości za pomocą modelu VAR bądź też analizy regresyjnej *KMNK* istotność zmiennych niezależnych jest sporadyczna i nie przekracza raczej poziomu 20%, poza kilkoma wyjątkami.

W przekroju przeprowadzonych analiz potwierdzają się wcześniejsze spostrzeżenia. Można zatem ostrożnie wnioskować, że o swego rodzaju nastroju inwestycyjnym, w znacznej mierze decydują zmiany ciśnienia atmosferycznego. Jest to determinanta, która bez względu na charakter podejścia do modelowania przyczynowości występuje zawsze jako tzw. element wpływu. Jest to o tyle istotne spostrzeżenie, że pokrywa się w znacznej mierze z badaniami przeprowadzonymi w tym zakresie przez zespół Tarczyński W., Majewski S., Tarczyńska-Łuniewska M., Majewska A. oraz Mentel



G. (2021). Równie istotną zmienną okazuje się średnia dobowa wilgotność względną oraz nasłonecznienie. Nieco mniejszą skutecznością, lecz w odniesieniu do obydwu zmiennych zależnych, cechuje się czynnik w postaci czasu trwania opadu deszczu. W tym wypadku próba badawcza jest nieco mniejsza, gdyż brak jest danych dla lokalizacji Koło oraz Płock. Częstość pozytywnych wskazań przekracza w tym wypadku 40%. Najbardziej zauważalny jest jednak znaczny wzrost znaczenia zmiennej średnia temperatura dobowa. Jest to wielkość, która wykazuje znaczący wpływ na modelowanie nastrojów inwestycyjnych w obrębie sektora budowlanego zarówno w przypadku modelowania stopy zwrotu jak i wolumenu obrotów.

Tabela 5.10. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju stosowanych metod.

determinanta	Zmienna zależna							
	Sektor paliwowo-energetyczny (15)			Sektor budowlany (20)			Łącznie (35)	
	OLS***	VAR	ARCH	OLS***	VAR	ARCH	OLS*** VAR	ARCH
	Stopa zwrotu							
średnia temperatura dobowa	-	1(7%)	3(20%)	-	10(50%)	6(30%)	11(31%)	9(26%)
suma dobowa opadów	2(13%)	-	5(33%)	2(10%)	-	4(20%)	4(11%)	9(26%)
uśonecznienie	-	2(14%)*	2(14%)*	-	6(33%)*	7(39%)*	8(25%)*	9(28%)*
czas trwania opadu deszczu	3(23%)**	-	4(31%)**	3(15%)	-	3(15%)	6(18%)**	7(21%)**
średnie dobowe zachmurzenie	-	1(8%)**	3(23%)**	2(10%)	1(5%)	4(20%)	4(12%)**	8(24%)**
średnia dobowa prędkość wiatru	-	-	1(7%)	3(15%)	3(15%)	6(30%)	6(17%)	7(20%)
średnia dobowa wilgotność względna	-	6(40%)	3(20%)	-	5(25%)	3(15%)	11(31%)	6(17%)
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	3(13%)	1(7%)	7(47%)	1(5%)	5(25%)	13(65%)	10(29%)	20(57%)
	Wolumen obrotu							
średnia temperatura dobowa	-	3(20%)	2(13%)	-	8(40%)	15(75%)	11(31%)	17(49%)
suma dobowa opadów	-	3(20%)	2(13%)	-	6(30%)	8(40%)	9(26%)	10(26%)
uśonecznienie	-	1(7%)*	6(43%)*	-	7(39%)*	11(61%)*	8(25%)*	17(53%)*
czas trwania opadu deszczu	-	1(8%)**	4(31%)**	-	5(25%)	11(55%)	6(18%)**	15(45%)**
średnie dobowe zachmurzenie	-	1(8%)**	3(23%)**	-	6(30%)	12(60%)	7(21%)**	15(45%)**
średnia dobowa prędkość wiatru	-	3(20%)	7(47%)	-	3(15%)	6(30%)	6(17%)	13(37%)
średnia dobowa wilgotność względna	-	2(13%)	6(40%)	-	4(20%)	17(85%)	6(17%)	23(66%)
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-	1(7%)	10(67%)	-	4(20%)	14(70%)	5(14%)	24(69%)

\* brak danych z lokalizacji Rzeszów(1) i Kraków(2)

\*\* brak danych z lokalizacji Koło(1) i Płock(1)

\*\*\* analiza OLS ma miejsce jedynie dla zmiennej zależnej w postaci stopy zwrotu. Wolumen obrotu dla każdej rozpatrywanej spółki jest zmienną niestacjonarną.

Źródło: opracowanie własne.

Analizując wyniki zawarte w powyższej tabeli, można zauważyć trzy wyraźne tendencje. Pierwsza dotyczy znacznie większego oddziaływania ze strony czynników pogodowych w odniesieniu do ewentualnych zmian wolumenu obrotu. W przypadku

relacji stopa zwrotu ← czynnik pogodowy związku przyczynowe są widoczne, lecz nie z taką intensywnością jak w przypadku ilości akcji danej spółki, która zmieniała właścicieli. Druga wyraźna konkluzja to fakt dużo większej aktywności w relacjach zmienna zależna ← zmienna meteorologiczna w odniesieniu do sektora budowlanego. W tym wypadku liczba pozytywnych wskazań w tym zakresie znacznie przekracza zaobserwowane tendencje w przypadku analiz dla stóp zwrotu. Jako trzeci wniosek stwierdza się wzrost znaczenia determinant pogodowych wraz z kolejną analizą. Bowiem dla modelowania *ARCH* ilość zaobserwowanych pozytywnych oddziaływań jest znacznie większa niż dla analizy przyczynowości z wykorzystaniem *VAR* czy też klasycznej analizy *KMNK*.

Równie ciekawie przedstawiają się wyniki zestawione w tabeli 5.11. Obrazuje ona częstotliwość występowania determinanty pogodowej w przypadku modelowania *ARCH* oraz *KMNK* i *VAR* (wartości w nawiasach). Analiza w przekroju lokalizacji danej spółki giełdowej dostarcza dodatkowych wniosków. Istotnym spostrzeżeniem, jest potwierdzenie w niektórych przypadkach wskazań danego czynnika pogodowego jako tzw. elementu sprawczego, zarówno w klasycznej analizie przyczynowej jak i w wariancie modeli charakteryzujących się zmienną w czasie wariacją składnika losowego. Również w tym przekroju daje się zauważyć znacznie większa liczba pozytywnych wskazań co do oddziaływania zmiennej meteorologicznej w przypadku analizy zmiennej zależnej w postaci wolumenu obrotu.

Obserwując zachowanie zmiennych niezależnych w tym ujęciu należy stwierdzić, że Koło i Płock są 'najgorszymi lokalizacjami', jeśli chodzi o relację zmienna zależna ← czynnik pogodowy. Owszem lokalizacje te występują jednostkowo, lecz ewentualne pozytywne oddziaływania zmiennych meteorologicznych nie mają w tym wypadku potwierdzeń w przekroju stosowanych metod badawczych. W przypadku pierwszej wymienionej zauważalne są ewentualne przyczynowości jedynie w kontekście analizy *ARCH*.

Najbardziej aktywną determinantą pogodową w analizie przekrojowej tego typu zdaje się być średnie dobowe ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza. Wielkość ta występuje w przypadku obydwu zmiennych objaśnianych ośmiokrotnie na dwanaście rozpatrywanych lokalizacji. Najwięcej jednak potwierdzeń w przekroju stosowanych metod można doszukać się dla zmiennej średnia temperatura dobową.

Zasadne wydaje się również stwierdzenie, że stany pogodowe przypisane do takich miejscowości jak Poznań czy Warszawa są najbardziej aktywnymi w modelowaniu zarówno stopy zwrotu jak i wolumenu obrotu. Istotność determinantów pogodowych dla tych lokalizacji przekracza w każdym wariancie 5 dla ośmiu rozpatrywanych zmiennych meteorologicznych. Podobnie jest zresztą w przypadku Gdańska i Katowic. Tutaj jednak wyraźna przyczynowość ze strony zmiennych meteorologicznych związana jest bądź to z analizą zmiennej zależnej w postaci wolumenu obrotu (Gdańsk) bądź też z badaniami stóp zwrotu (Katowice).

Generalnie jednak trudno wskazać czynniki pogodowe, których istotność w modelowaniu nastroju inwestycyjnego determinuje lokalizacja danego podmiotu. Przyczyną tego stanu jest głównie stosunkowo mała częstość występowania. O ile Gdańsk, Katowice, Poznań czy Warszawa występują cztero-, sześć- lub jedenastokrotnie o tyle pozostałe stacje pogodowe mają wartości jednostkowe lub co najwyżej dwukrotnie się powtarzają. Trudno zatem stwierdzić w ich wypadku, że skuteczność występowania konkretnego czynnika pogodowego jest stuprocentowa. Zatem w tego typu analizie,

należałoby pokusić się o przebadanie znacznie większej liczby spółek dla danej lokalizacji. Nie to jest jednak celem niniejszego badania.

Tabela 5.11. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju lokalizacji spółki giełdowej.

	Lokalizacja											
	Białystok (1)	Gdańsk (4)	Katowice (4)	Kraków (2)	Koło (1)	Łódź (1)	Opole (1)	Płock (1)	Poznań (6)	Rzeszów (1)	Warszawa (11)	Wrocław (2)
	Stopa zwrotu											
średnia temperatura dobową	(1)	(1)	1(1)	-	-	1(1)	-	-	2	1	3(6)	1(1)
suma dobową opadów	1	(1)	1(1)	(1)	-	-	-	1	4	-	1	1(1)
ustonecznienie	-	2	1(2)	*	-	1(1)	1	-	2(1)	*	2(4)	-
czas trwania opadu deszczu	-	-	2(1)	-	*	-	1(1)	*	2(1)	-	2(3)	-
średnie dobowe zachmurzenie	1	1		-	*	1	1	*	2(1)	(1)	2(2)	-
średnia dobową prędkość wiatru	(1)	2	1(1)	-	-	(1)	-	-	1	-	3(3)	-
średnia dobową wilgotność względna	(1)	2(1)	1(2)	-	1	(1)	-	(1)	1(1)	-	(4)	1
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-	4	2(2)	2(1)	1	1	1(1)	-	2(2)	1	6(4)	-
	Wolumen obrotu											
średnia temperatura dobową	1(1)	2(2)	1	2	1	1(1)	-	-	2(2)	1	5(4)	1(1)
suma dobową opadów	-	2(1)	(1)	1	-	(1)	-	-	2(3)	(1)	4(2)	1
ustonecznienie	1	2(1)	3	*	1	1(1)	-	(1)	5	*	4(4)	(1)
czas trwania opadu deszczu	-	3	-	2	*	(1)	-	*	2(2)	-	7(2)	1(1)
średnie dobowe zachmurzenie	1	2(2)	2	-	*	(1)	(1)	*	4(1)	-	6(2)	-
średnia dobową prędkość wiatru	-	1(1)	1	-	1	(1)	-	1	4(2)	1	4(1)	(1)
średnia dobową wilgotność względna	1	3(1)	3(1)	1	-	-	-	-	4	-	10(3)	1(1)
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-	4	2(1)	2	-	1	1	1	4	-	8(3)	1(1)

\* brak danych dla danej stacji pogodowej.

Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę, że próbę badawczą stanowią spółki pochodzące z dwóch sektorów giełdowych, warto pokusić się o analizę w przekroju branż. Ta bowiem również dostarcza pewnych spostrzeżeń.

Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 5.12 notowania spółek sektora paliwowo-energetycznego są relatywnie mniej podatne na oddziaływania ze strony zmiennych meteorologicznych, uwzględniając nawet fakt, że branżę tę reprezentuje 15 podmiotów a budowlaną 20. Zależność ta jest wyraźniejsza dla relacji wolumen obrotu ← czynnik pogodowy, co w pewnym sensie jest potwierdzeniem wcześniej sprecyzowanego już wniosku.

W pewnym sensie, zmienne zależne sektora paliwowego są dużo bardziej ‘odporne’ na oddziaływanie temperatury oraz nasłonecznienia, bez względu na rodzaj stosowanej metody w analizie przyczynowości. Niezwykle podatny na zachowania ze strony zmiennych pogodowych jest wolumen obrotu dla spółek zaliczanych do grona ‘budowlanych’. W znacznej większości przypadków liczba pozytywnych wskazań w tym zakresie jest ponad dwukrotnie większa niż dla pierwszego rozpatrywanego sektora.

Tabela 5.12. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju sektorowym.

	średnia temperatura dobową	suma dobową opadów	usłonecznienie	czas trwania opadu deszczu	średnie dobowe zachmurzenie	średnia dobową prędkość wiatru	średnia dobową wilgotność względną	średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza
Sektor paliwowo-energetyczny								
stopa zwrotu	3(1)	5(2)	2(2)	4(3)	3(1)	1(-)	3(6)	7(4)
wolumen obrotu	2(3)	2(3)	6(1)	4(1)	3(1)	7(3)	6(2)	10(1)
Sektor budowlany								
stopa zwrotu	6(10)	4(2)	7(6)	3(3)	4(3)	6(6)	3(5)	13(6)
wolumen obrotu	15(8)	8(6)	11(7)	11(5)	12(6)	6(3)	17(4)	14(4)

Wartości podane przed nawiasem odnoszą się do modelowania ARCH. W nawiasach z kolei podano istotne wskazania dla analizy OLS i VAR.

Źródło: opracowanie własne.

Powyższa perspektywa pozwala również potwierdzić wcześniejsze spostrzeżenia odnośnie determinant pogodowych o szczególnym wpływie na zachowania rynkowe. Chodzi tutaj oczywiście o wyraźne oddziaływania ze strony średniej dobowej wilgotności względnej jak i średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza. Co ciekawe są to zmienne, których związek przyczynowo-skutkowy z nastrojem inwestycyjnym występuje zasadniczo bez względu na to czy inwestorzy znajdują się w pomieszczeniu czy też nie.

Dotychczas przedstawione analizy odnoszą się do stanów pogodowych związanych z lokalizacją danej spółki giełdowej. Jednak jak wspomniano już na wstępie niniejszego rozdziału w zamyśle było również dokonanie analogicznych badań w odniesieniu do warunków meteorologicznych związanych wyłącznie z Warszawą (siedzibą Giełdy Papierów Wartościowych, miejscem koncentracji zdecydowanej większości kapitału). Taki stan rzeczy spowodowany jest faktem, że w przypadku sektora paliwowo-energetycznego znaczna większość podmiotów jest z większościami udziałem Skarbu Państwa bądź też funduszy inwestycyjnych czy też emerytalnych zlokalizowanych w stolicy. Wskazane fundusze, jako formy wspólnego inwestowania, stanowią główny trzon ‘graczy’ na rynku giełdowym, stąd też takie a nie inne podejście co do alternatywnego wyboru właściwej stacji pogodowej. Podobnie ma się sytuacja w przypadku spółek z sektora budowlanego, z tą jednak różnicą, że w tym wypadku większościowe udziały należą głównie do wspomnianych funduszy. Prywatni właściciele większościowi nie stanowią istotnie dużej próby stąd też rozpatrywanie innych lokalizacji niż Warszawa raczej nie ma umocowania. Tym bardziej, że nawet jeśli weźmiemy pod uwagę na przykład

spółkę ZE PAK, w której głównym udziałowcem jest Zygmunt Solorz-Żak (65,96%<sup>17</sup>) to i tak nie ma pewności, że w przypadku decyzji dotyczących spółki podejmuje on je w miejscu swojego zamieszkania. Pamiętać również należy, że cała analiza dotyczy identyfikacji ewentualnego wpływu czynników pogodowych na zachowania inwestycyjne, a co za tym idzie na zachowania inwestorów a nie właścicieli danych firm, stąd też badanie porównawcze w odniesieniu do lokalizacji głównego parkietu giełdowego staje się tym bardziej zasadne.

Za tzw. ‘warszawskim punktem porównawczym’ przemawiają również podobne koncepcje stosowane w badaniach występujących w literaturze przedmiotu. Dla przykładu można podać chociażby analizy przeprowadzone przez zespół w składzie W.N. Goetzmann, D. Kim, A. Kumar i Q. Wang (2015). Ich badania dostarczają dowodów sugerujących, że stany pogodowe w Nowym Jorku wpływają na ‘animatorów’ rynku NYSE. Analogii można doszukać się również w analizach poczynionych przez C. Kathiravana, M. Selvama, S. Venkateswara i S. Balakrishnana (2021), którzy swe wnioski odnieśli do rynków wschodzących. Stany pogodowe (temperatura, wilgotność, prędkość wiatru) zmierzone dla Pekinu (w przypadku Chin), Tokio (Japonia), Victoria City (Hongkong), New Delhi (Indie) oraz Singapuru (w przypadku Singapuru), skonfrontowali z głównymi indeksami giełdowymi dla rodzimych giełd, takimi jak Shanghai Stock Exchange, Nikkei 225, Hang Seng Index, BSE Sensex czy też w konsekwencji Singapore Exchange Limited. M. Dong oraz A. Tremblay (2021) analizując giełdy w 49 krajach weryfikowali dane meteorologiczne wybierając stację pogodową najbliższą głównej giełdzie danego kraju. W przypadku braku danych bądź swego rodzaju luk pomiarowych szeregi uzupełniane były danymi pochodzącymi z innej stacji meteorologicznej zlokalizowanej jednak nie dalej niż 50 km od głównej giełdy. Zdecydowanie ważnym jednak przykładem w tym zakresie zdaje się być badanie N. Muhlacka, Ch. Soosta i Ch.J. Henricha (2022), którzy podobnie jak w przypadku niniejszej dysertacji, analizując stopy zwrotu, wolumen obrotu dla rynku niemieckiego, odnoszą swe analizy do stanów pogodowych Frankfurtu. Argumentacja, przez autorów, wyboru tej a nie innej lokalizacji jest niezwykle bogata. Głównym jednak motywatorem był fakt, że Frankfurt jest centrum finansowym Niemiec, tak samo jak Warszawa w przypadku Polski.

Przykłady uzasadniające wybór Warszawy jako ewentualnego porównania dla wcześniej dokonanych analiz, można by mnożyć odnosząc się do konkretnych badań. Głównym, lecz nie jedynym czynnikiem, przemawiającym za jej wyborem, zdaje się być jednak jej centralne położenie. Fakt ten powoduje bowiem dość istotne skorelowanie, określonych czynników pogodowych odnotowanych dla Warszawy, z resztą stacji pogodowych w kraju. Stanowi ona zatem swego rodzaju element wypadkowy w systemie meteorologicznym Polski. Pozwala w pewnym sensie na uzyskanie uśrednionych wartości dla całego kraju.

Mimo, iż zawsze można znaleźć głosy, które wskazują na takie czy inne relatywne punkty odniesienia, to należy pamiętać, że poruszana problematyka odnosi się do zagadnień behawioralnych, a więc nie ma się nigdy stuprocentowej pewności, że obszar badań jest prawidłowy. Problematyka nastrojów inwestycyjnych stanowi wyjątkowo ‘delikatną’ materię.

Wyniki badań przedstawione poniżej mają zatem na celu weryfikację dotychczasowych spostrzeżeń, poczynionych w odniesieniu do stanów pogodowych

---

<sup>17</sup> Dane na dzień 01.04.2022.

związanych z lokalizacją siedziby danej spółki, w stosunku do analogicznych badań przeprowadzonych dla danych meteorologicznych miasta Warszawy jako miejsca, w którym odbywają się zasadniczo wszelkie transakcje giełdowe. Ponadto, jak wskazano już wcześniej, wybrana stacja pogodowa związana jest z umiejscowieniem najważniejszych instytucji finansowych, które to odgrywają niebagatelne znaczenie chociażby w regulacji płynności rynku giełdowego.

Dla przykładu tabela 5.13, przedstawia analizę ARCH przeprowadzoną względem stałej lokalizacji dla każdej z rozpatrywanych spółek w przekroju rozpatrywanych sektorów względem zmiennej zależnej, którą była stopa zwrotu. Zaprezentowane wyniki odnoszą się jednak jedynie do spółek, w przypadku których obserwowano pierwotnie inną lokalizację niż Warszawa. Co za tym idzie w przypadku sektora paliwowo-energetycznego próba badawcza została pomniejszona o trzy podmioty, a w przypadku sektora budowlanego aż o osiem przedsiębiorstw. W obydwu zatem przypadkach widoczne są próby dwunastoelementowe.

Tabela 5.13. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek – lokalizacja stacji pogodowej Warszawa (zmienna zależna: stopa zwrotu).

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
Sektor paliwowo-energetyczny				
Model dla Energa, lokalizacja - Warszawa Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	-0,000291628	0,000143784	-2,028	0,0425
Uśonecznienie	-0,000215043	8,80342·10 <sup>-05</sup>	-2,443	0,0146
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000323090	0,000197039	1,643	0,0989
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,98263	0,111075	-71,87	0,0000
alpha	0,375768	0,0806028	4,662	3,13·10 <sup>-06</sup>
gamma	-0,0741988	0,0617294	-1,202	0,2294
Model dla Lotos, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,000382184	0,000208564	-1,832	0,0669
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000717605	0,000291785	2,459	0,0139
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000366232	2,27053·10 <sup>-05</sup>	16,13	1,58·10 <sup>-58</sup>
alpha	0,285912	0,0523161	5,465	4,63·10 <sup>-08</sup>
Model dla Skotan, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000123035	7,25325·10 <sup>-05</sup>	-1,696	0,0898
Czas trwania opadu deszczu	0,000541672	0,000309829	1,748	0,0804
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00152026	0,000368158	4,129	3,64·10 <sup>-05</sup>
alpha	0,0831489	0,0543985	1,529	0,1264
Model dla Tauron, lokalizacja - Warszawa Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,00636797	0,000161108	39,53	0,0000
Średnia dobowa wilgotność względna	3,27898·10 <sup>-05</sup>	1,79213·10 <sup>-05</sup>	1,830	0,0673
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-9,16040·10 <sup>-06</sup>	1,02450·10 <sup>-06</sup>	-8,941	3,84·10 <sup>-19</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,65372	0,0940834	-81,35	0,0000
alpha	0,388022	0,0727560	5,333	9,65·10 <sup>-08</sup>
beta	0,0117046	0,0553281	0,2115	0,8325
Model dla Termo-Rex, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Czas trwania opadu deszczu	-0,000660751	0,000353183	-1,871	0,0614

Średnia dobowa wilgotność względna	0,000211689	0,000101913	2,077	0,0378
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-1,64694·10 <sup>-05</sup>	6,82049·10 <sup>-06</sup>	-2,415	0,0157
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00130441	0,000144590	9,021	1,86·10 <sup>-19</sup>
alpha	0,322796	0,121438	2,658	0,0079
Model dla ZE Pątnów-Adamów-Koni, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000108176	4,55249·10 <sup>-05</sup>	-2,376	0,0175
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000554762	6,50455·10 <sup>-05</sup>	8,529	1,48·10 <sup>-05</sup>
alpha	0,0514134	0,0343745	1,496	0,1347
Model dla Unimot, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0136561	0,00638017	-2,140	0,0323
Ustępnienie	0,000954332	0,000390737	2,442	0,0146
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,00172693	0,000895536	1,928	0,0538
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00121200	0,000137520	8,813	1,22·10 <sup>-18</sup>
alpha_1	0,268133	0,0786365	3,410	0,0007
alpha_2	0,0802867	0,0306644	2,618	0,0088
Model dla PKN Orlen, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,145328	0,0677305	-2,146	0,0319
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000644782	0,000382349	1,686	0,0917
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000141006	6,64429·10 <sup>-05</sup>	2,122	0,0338
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000406983	2,39417·10 <sup>-05</sup>	17,00	8,36·10 <sup>-65</sup>
alpha	0,132006	0,0506557	2,606	0,0092
Model dla Będzin, lokalizacja - Warszawa Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000201568	0,000120460	-1,673	0,0943
Ustępnienie	0,000418491	0,000245754	1,703	0,0886
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,00108465	0,000543839	1,994	0,0461
Średnia dobowa wilgotność względna	-8,09155·10 <sup>-05</sup>	4,71879·10 <sup>-05</sup>	-1,715	0,0864
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000160410	6,15111·10 <sup>-05</sup>	2,608	0,0091
alpha	0,156234	0,0339529	4,601	4,19·10 <sup>-06</sup>
beta	0,673461	0,0726551	9,269	1,87·10 <sup>-20</sup>
Model dla Enea, lokalizacja - Warszawa Model: EGARCH(1) [Nelson] Normal				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,0896081	0,000302775	-296,0	0,0000
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,000552820	5,59978·10 <sup>-05</sup>	9,872	5,50·10 <sup>-23</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000454377	8,58154·10 <sup>-05</sup>	5,295	1,19·10 <sup>-07</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	-5,30816·10 <sup>-05</sup>	1,74541·10 <sup>-05</sup>	-3,041	0,0024
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	8,69307·10 <sup>-05</sup>	8,35697·10 <sup>-07</sup>	104,0	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,81388	0,0800401	-97,62	0,0000
alpha	0,376129	0,109357	3,439	0,0006
gamma	0,0202131	0,0719563	0,2809	0,7788
Model dla ML System, lokalizacja - Warszawa Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,257790	0,00153352	-168,1	0,0000
Średnia temperatura dobowa	0,000441969	0,000140542	3,145	0,0017
Czas trwania opadu deszczu	-0,000347098	0,000174690	-1,987	0,0469
Średnia dobowa wilgotność względna	8,94885e-05	2,52642·10 <sup>-05</sup>	3,542	0,0004
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000244467	1,36897·10 <sup>-06</sup>	178,6	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				

omega	-6,71421	0,186121	-36,07	5,70·10 <sup>-285</sup>
alpha	0,460444	0,111307	4,137	3,52·10 <sup>-05</sup>
gamma	-0,0895552	0,0837888	-1,069	0,2851
Model dla Kogeneracja, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobową wilgotność względna	-8,85102·10 <sup>-05</sup>	3,76270·10 <sup>-05</sup>	-2,352	0,0187
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	5,92612·10 <sup>-06</sup>	2,87464·10 <sup>-06</sup>	2,062	0,0393
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000335937	3,83974·10 <sup>-05</sup>	8,749	2,15·10 <sup>-18</sup>
alpha	0,287885	0,0654813	4,396	1,10·10 <sup>-05</sup>
Sektor budowlany				
Model dla Unibep, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Ustępnienie	-0,000297430	0,000116178	-2,560	0,0105
Średnia dobową wilgotność względna	2,05539e-05	8,80342·10 <sup>-06</sup>	2,335	0,0196
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000385760	2,63947·10 <sup>-05</sup>	14,62	2,25·10 <sup>-48</sup>
alpha	0,278631	0,0749627	3,717	0,0002
Model dla Decpol, lokalizacja - Warszawa				
Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0460150	0,000403107	114,2	0,0000
Czas trwania opadu deszczu	-0,000275380	9,24812·10 <sup>-05</sup>	-2,978	0,0029
Średnia dobową prędkość wiatru	0,000731163	0,000106115	6,890	5,57·10 <sup>-12</sup>
Średnia dobową wilgotność względna	0,000147972	1,34019·10 <sup>-05</sup>	11,04	2,42·10 <sup>-28</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-5,83597·10 <sup>-05</sup>	1,10214·10 <sup>-06</sup>	-52,95	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,62862	0,147821	-51,61	0,0000
alpha	0,508492	0,0647700	7,851	4,14·10 <sup>-15</sup>
gamma	-0,0297647	0,0526932	-0,5649	0,5722
Model dla Mercor, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,000526485	0,000294345	-1,789	0,0737
Średnia dobową wilgotność względna	3,90321·10 <sup>-05</sup>	2,14748·10 <sup>-05</sup>	1,818	0,0691
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000363698	2,93284·10 <sup>-05</sup>	12,40	2,58·10 <sup>-35</sup>
alpha	0,228189	0,0511819	4,458	8,26·10 <sup>-06</sup>
Model dla Lentex, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,00283536	0,000894503	-3,170	0,0015
Średnia dobową prędkość wiatru	0,000737430	0,000237802	3,101	0,0019
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000191942	1,58003·10 <sup>-05</sup>	12,15	5,88·10 <sup>-34</sup>
alpha	0,289086	0,0613383	4,713	2,44·10 <sup>-06</sup>
Model dla Ferro, lokalizacja - Kraków				
Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,124649	0,000746860	-166,9	0,0000
Ustępnienie	-0,000172616	6,50738·10 <sup>-05</sup>	-2,653	0,0080
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000124118	8,59922·10 <sup>-07</sup>	144,3	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,86711	0,0815642	-96,45	0,0000
alpha	0,351545	0,0769892	4,566	4,97·10 <sup>-06</sup>
gamma	-0,0543943	0,0681071	-0,7987	0,4245
Model dla InstalKRK, lokalizacja - Kraków				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,000855368	0,000312133	2,740	0,0061
Średnia dobową wilgotność względna	-0,000130769	4,63718·10 <sup>-05</sup>	-2,820	0,0048



Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	5,66617·10 <sup>-06</sup>	2,74051·10 <sup>-06</sup>	2,068	0,0387
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000373317	4,15329·10 <sup>-05</sup>	8,988	2,51·10 <sup>-19</sup>
alpha	0,133934	0,0624955	2,143	0,0321
Model dla Mirbud, lokalizacja - Łódź Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-0,000164557	5,37710·10 <sup>-05</sup>	-3,060	0,0022
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,000513743	0,000155442	3,305	0,0009
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000627091	6,94716·10 <sup>-05</sup>	9,027	1,77·10 <sup>-19</sup>
alpha	0,213276	0,0712171	2,995	0,0027
Model dla Decora, lokalizacja - Poznań Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,215199	0,000142922	1506	0,0000
Średnia temperatura dobowa	-0,000150332	3,64032·10 <sup>-05</sup>	-4,130	3,63·10 <sup>-05</sup>
Ustępnienie	-0,000190586	7,84230·10 <sup>-05</sup>	-2,430	0,0151
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,000733064	4,34070·10 <sup>-05</sup>	-16,89	5,50·10 <sup>-64</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	-7,45823e-05	4,94831·10 <sup>-06</sup>	-15,07	2,46·10 <sup>-51</sup>
Średnie dobowe ciśnienie	-0,000201468	4,76921·10 <sup>-07</sup>	-422,4	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-8,08546	0,0962700	-83,99	0,0000
alpha	0,759728	0,143852	5,281	1,28·10 <sup>-07</sup>
gamma	-0,0563738	0,0906482	-0,6219	0,5340
Model dla Pekabex, lokalizacja - Poznań Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0724375	0,000595803	121,6	0,0000
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,000436482	0,000181181	-2,409	0,0160
Średnia dobowa wilgotność względna	-2,70266·10 <sup>-05</sup>	6,61927·10 <sup>-06</sup>	-4,083	4,45·10 <sup>-05</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-6,72921·10 <sup>-05</sup>	6,59234·10 <sup>-07</sup>	-102,1	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-7,81809	0,0777338	-100,6	0,0000
alpha	0,342837	0,0514063	6,669	2,57·10 <sup>-11</sup>
gamma	-0,0841521	0,0451663	-1,863	0,0624
Model dla Pozbud, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Ustępnienie	-0,000235176	0,000110485	-2,129	0,0333
Czas trwania opadu deszczu	-0,000268392	0,000153673	-1,747	0,0807
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000774774	8,51159·10 <sup>-05</sup>	9,103	8,82·10 <sup>-20</sup>
alpha	0,183714	0,0684105	2,685	0,0072
Model dla Torpol, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-0,132184	0,0790445	-1,672	0,0945
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000130011	7,77136·10 <sup>-05</sup>	1,673	0,0943
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000569339	4,61025·10 <sup>-05</sup>	12,35	4,91·10 <sup>-35</sup>
alpha	0,268383	0,0864496	3,104	0,0019
Model dla SelenaFM, lokalizacja - Wrocław Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,00498424	0,00203315	2,451	0,0142
Średnia temperatura dobowa	-0,000175845	6,92139·10 <sup>-05</sup>	-2,541	0,0111
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,000550566	0,000302022	-1,823	0,0683
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000455206	5,72417·10 <sup>-05</sup>	7,952	1,83·10 <sup>-15</sup>
alpha_1	0,171491	0,0566027	3,030	0,0024
alpha_2	0,109615	0,0590889	1,855	0,0636

Źródło: opracowanie własne.

Analogiczną analizę, w stosunku do zmiennej objaśnianej jaką był wolumenu obrotu, przedstawia tabela 5.14. Również i w tym wypadku rysują się pewne różnice w czynnikach meteorologicznych stanowiących ewentualne determinanty zachowań inwestycyjnych. Ponadto istotność wspomnianych czynników jest znacznie mocniejsza, co przejawia się w mniejszych wartościach  $p$ -value niż to ma miejsce w przypadku wnioskowania w relacji do stóp zwrotu.

Tabela 5.14. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek – lokalizacja stacji pogodowej Warszawa (zmienna zależna: wolumen obrotu).

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
<b>Sektor paliwowo-energetyczny</b>				
Model dla Energa, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	1,37077·10 <sup>+07</sup>	3,24349·10 <sup>+06</sup>	4,226	2,38·10 <sup>-05</sup>
Średnia temperatura dobową	-18508,3	5557,22	-3,330	0,0009
Uśonecznienie	33816,3	8653,39	3,908	9,31·10 <sup>-05</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-12882,7	3235,24	-3,982	6,83·10 <sup>-05</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,28030·10 <sup>+11</sup>	4,25375·10 <sup>+10</sup>	5,361	8,29·10 <sup>-08</sup>
alpha	1,30714	0,339241	3,853	0,0001
Model dla Lotos, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	214264	26656,6	8,038	9,14·10 <sup>-16</sup>
Suma dobową opadów	-4688,12	1565,98	-2,994	0,0028
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	14004,0	4344,16	3,224	0,0013
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,11217·10 <sup>+10</sup>	3,67099·10 <sup>+09</sup>	5,754	8,73·10 <sup>-09</sup>
alpha	1,20454	0,278314	4,328	1,50·10 <sup>-05</sup>
Model dla Skotan, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	1502,80	475,066	3,163	0,0016
Uśonecznienie	-23596,7	2292,39	-10,29	7,54·10 <sup>-25</sup>
Czas trwania opadu deszczu	4145,52	574,444	7,217	5,33·10 <sup>-13</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-9638,60	3928,18	-2,454	0,0141
Średnia dobową wilgotność względna	-6343,75	477,001	-13,30	2,34·10 <sup>-40</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	629,741	52,2156	12,06	1,71e-033
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,36243·10 <sup>+09</sup>	1,25818·10 <sup>+09</sup>	1,878	0,0604
alpha_1	0,746212	0,281660	2,649	0,0081
alpha_2	6,77106	2,88844	2,344	0,0191
Model dla Tauron, lokalizacja - Warszawa Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	4,36414·10 <sup>+06</sup>	515598	8,464	2,58·10 <sup>-17</sup>
Uśonecznienie	-60437,9	36195,3	-1,670	0,0950
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-121164	71605,7	-1,692	0,0906
Równanie wariancji warunkowej				
omega	3,37894·10 <sup>+12</sup>	5,15706·10 <sup>+11</sup>	6,552	5,67·10 <sup>-11</sup>
alpha_1	0,935339	0,264644	3,534	0,0004
alpha_2	0,118455	0,0612579	1,934	0,0531
Model dla Termo-Rex, lokalizacja – Warszawa Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobową opadów	243,578	107,478	2,266	0,0234
Czas trwania opadu deszczu	-466,319	149,368	-3,122	0,0018
Średnia dobową wilgotność względna	24,5982	5,90495	4,166	3,10·10 <sup>-05</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,04917·10 <sup>+07</sup>	5,15910·10 <sup>+06</sup>	3,972	7,13·10 <sup>-05</sup>

alpha	3,21284	1,66923	1,925	0,0543
Model dla ZE Pątnów-Adamów-Koni, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobowa opadów	1141,71	281,325	4,058	4,94·10 <sup>-05</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	2677,35	779,731	3,434	0,0006
Średnia dobowa wilgotność względna	-150,184	58,1894	-2,581	0,0099
Równanie wariancji warunkowej				
omega	4,98414·10 <sup>+08</sup>	2,83535·10 <sup>+08</sup>	1,758	0,0788
alpha	12,4630	6,06590	2,055	0,0399
Model dla Unimot, lokalizacja - Warszawa				
Model: TARCH(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	9,50698	0,695107	13,68	1,39·10 <sup>-42</sup>
Suma dobową opadów	-4,28203	1,63451	-2,620	0,0088
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-18,4054	0,490403	-37,53	2,87·10 <sup>-308</sup>
Średnia dobową wilgotność względna	2,76212	0,151537	18,23	3,13·10 <sup>-74</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,0572112	0,0244404	-2,341	0,0192
Równanie wariancji warunkowej				
omega	203638	118781	1,714	0,0865
alpha	0,187988	0,0465673	4,037	5,42·10 <sup>-05</sup>
gamma	-0,410444	0,240069	-1,710	0,0873
beta	0,859351	0,0216507	39,69	0,0000
Model dla PKN Orlen, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	-11615,9	3835,65	-3,028	0,0025
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1071,07	44,3293	24,16	5,64·10 <sup>-129</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,82365·10 <sup>+11</sup>	6,60022·10 <sup>+10</sup>	4,278	1,88·10 <sup>-05</sup>
alpha	0,441884	0,252876	1,747	0,0806
Model dla Będzin, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-21170,5	6136,06	-3,450	0,0006
Średnia temperatura dobową	25,3154	8,66937	2,920	0,0035
Czas trwania opadu deszczu	-45,0458	18,9269	-2,380	0,0173
Średnia dobową prędkość wiatru	214,156	77,5972	2,760	0,0058
Średnia dobową wilgotność względna	19,1968	6,50879	2,949	0,0032
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	18,7122	5,69897	3,283	0,0010
Równanie wariancji warunkowej				
omega	840992	286600	2,934	0,0033
alpha	5,49772	2,43872	2,254	0,0242
Model dla Enea, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	6,23013·10 <sup>+06</sup>	2,75905·10 <sup>+06</sup>	2,258	0,0239
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-5690,71	2735,61	-2,080	0,0375
Równanie wariancji warunkowej				
omega	9,84782·10 <sup>+10</sup>	2,05693·10 <sup>+10</sup>	4,788	1,69·10 <sup>-06</sup>
alpha	1,55016	0,580177	2,672	0,0075
Model dla ML System, lokalizacja - Warszawa				
Model: GARCH(1,1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobową prędkość wiatru	-355,935	144,915	-2,456	0,0140
Średnia dobową wilgotność względna	37,0409	10,8426	3,416	0,0006
Równanie wariancji warunkowej				
omega	81482,6	82899,7	0,9829	0,3257
alpha	0,577203	0,161555	3,573	0,0004
gamma	0,713239	0,0490691	14,54	7,23·10 <sup>-06</sup>
Model dla Kogeneracja, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnie temperatura dobową	-92,2848	9,40383	-9,814	9,85·10 <sup>-23</sup>

Suma dobowa opadów	28,3143	10,8515	2,609	0,0091
Ustępnienie	162,938	21,3480	7,632	2,30·10 <sup>-14</sup>
Czas trwania opadu deszczu	-125,931	23,5118	-5,356	8,50·10 <sup>-08</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	394,175	60,8434	6,479	9,26·10 <sup>-11</sup>
Średnia dobowa prędkość wiatru	-86,5521	40,8300	-2,120	0,0340
Średnia dobowa wilgotność względna	29,2058	3,88789	7,512	5,82·10 <sup>-14</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-2,27728	0,374004	-6,089	1,14·10 <sup>-09</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	589570	141183	4,176	2,97·10 <sup>-05</sup>
alpha	5,64502	1,23304	4,578	4,69·10 <sup>-06</sup>
Sektor budowlany				
Model dla Unibep, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	338717	65637,1	5,160	2,46·10 <sup>-07</sup>
Średnia temperatura dobowa	-520,856	111,434	-4,674	2,95·10 <sup>-06</sup>
Suma dobowa opadów	372,319	181,060	2,056	0,0398
Ustępnienie	924,026	250,329	3,691	0,0002
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-1708,69	375,249	-4,553	5,28·10 <sup>-06</sup>
Średnia dobowa wilgotność względna	302,364	48,0803	6,289	3,20·10 <sup>-10</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-337,773	65,5713	-5,151	2,59·10 <sup>-07</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	7,77678·10 <sup>+07</sup>	3,44280·10 <sup>+07</sup>	2,259	0,0239
alpha_1	0,000793887	0,00148926	0,5331	0,5940
alpha_2	9,60606	4,00008	2,401	0,0163
Model dla Decpol, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	378,111	26,9191	14,05	8,13·10 <sup>-45</sup>
Suma dobowa opadów	-119,318	17,9945	-6,631	3,34·10 <sup>-11</sup>
Czas trwania opadu deszczu	-77,3874	32,6728	-2,369	0,0179
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	194,239	107,726	1,803	0,0714
Średnia dobowa wilgotność względna	-689,345	99,8245	-6,906	5,00·10 <sup>-12</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2,67770	0,777705	3,443	0,0006
Równanie wariancji warunkowej				
omega	5,11879·10 <sup>+06</sup>	1,42514·10 <sup>+06</sup>	3,592	0,0003
alpha	9,82096	4,54547	2,161	0,0307
Model dla Mercor, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-327959	83617,2	-3,922	8,78·10 <sup>-05</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	328,467	82,4677	3,983	6,81·10 <sup>-05</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	7,75525·10 <sup>+07</sup>	2,63280·10 <sup>+07</sup>	2,946	0,0032
alpha	6,26113	1,77393	3,530	0,0004
Model dla Lentex, lokalizacja - Warszawa				
Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-736069	187115	-3,934	8,36·10 <sup>-05</sup>
Ustępnienie	1564,80	630,806	2,481	0,0131
Czas trwania opadu deszczu	-560,485	305,840	-1,833	0,0669
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	5604,70	1170,00	4,790	1,66·10 <sup>-06</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	707,748	180,282	3,926	8,64·10 <sup>-05</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	4,16627·10 <sup>+08</sup>	1,12665·10 <sup>+08</sup>	3,698	0,0002
alpha	2,48932	1,03285	2,410	0,0159
Model dla Ferro, lokalizacja - Kraków				
Model: EGARCH(1) [Nelson] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobowa	-475,266	261,827	-1,815	0,0695
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-4861,10	1220,19	-3,984	6,78·10 <sup>-05</sup>

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	42,2948	7,44782	5,679	1,36·10 <sup>-08</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	4,46994·10 <sup>+08</sup>	1,27710·10 <sup>+08</sup>	3,500	0,0005
alpha	4,67488	1,96516	2,379	0,0174
Model dla InstalKRK, lokalizacja - Kraków Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobową wilgotność względna	-109,751	48,0981	-2,282	0,0225
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	8,61260	3,46773	2,484	0,0130
Równanie wariancji warunkowej				
omega	6,39434·10 <sup>+07</sup>	3,46658·10 <sup>+07</sup>	1,845	0,0651
alpha	6,85455	4,80748	1,426	0,1539
Model dla Mirbud, lokalizacja - Łódź Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia temperatura dobową	-2074,74	1199,37	-1,730	0,0837
Suma dobową opadów	-3665,97	1945,03	-1,885	0,0595
Czas trwania opadu deszczu	8039,53	2227,96	3,608	0,0003
Średnia dobową prędkość wiatru	-11629,2	5619,70	-2,069	0,0385
Średnia dobową wilgotność względna	-2650,39	879,156	-3,015	0,0026
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	353,911	73,0843	4,843	1,28·10 <sup>-06</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,82442·10 <sup>+10</sup>	3,76300·10 <sup>+09</sup>	4,848	1,25·10 <sup>-06</sup>
alpha	3,41045	1,05078	3,246	0,0012
Model dla Decora, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-173056	49426,8	-3,501	0,0005
Średnie dobowe zachmurzenie	-1233,26	284,851	-4,330	1,49·10 <sup>-05</sup>
Średnia dobową prędkość wiatru	730,054	370,244	1,972	0,0486
Średnia dobową wilgotność względna	349,866	37,4481	9,343	9,39·10 <sup>-21</sup>
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	153,623	48,9162	3,141	0,0017
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,74034·10 <sup>+07</sup>	9,54241·10 <sup>+06</sup>	2,872	0,0041
alpha	6,98737	1,87139	3,734	0,0002
Model dla Pekabex, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-240476	84115,4	-2,859	0,0043
Suma dobową opadów	764,111	263,464	2,900	0,0037
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	241,178	83,0822	2,903	0,0037
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,30747·10 <sup>+08</sup>	7,58843·10 <sup>+07</sup>	1,723	0,0849
alpha	8,02594	6,69977	1,198	0,2309
Model dla Pozbud, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(2) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-561843	278554	-2,017	0,0437
Czas trwania opadu deszczu	4318,55	793,159	5,445	5,19·10 <sup>-08</sup>
Średnie dobowe zachmurzenie	-4935,14	1178,43	-4,188	2,82·10 <sup>-05</sup>
Średnia dobową prędkość wiatru	-2497,25	1340,49	-1,863	0,0625
Średnia dobową wilgotność względna	-342,321	170,084	-2,013	0,0442
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	614,042	273,172	2,248	0,0246
Równanie wariancji warunkowej				
omega	8,20702·10 <sup>+08</sup>	3,27698·10 <sup>+08</sup>	2,504	0,0123
alpha_1	5,05229	1,24486	4,059	4,94·10 <sup>-05</sup>
alpha_2	0,226539	0,157605	1,437	0,1506
Model dla Torpol, lokalizacja - Poznań Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
Suma dobową opadów	-958,760	448,505	-2,138	0,0325
Ustępnienie	-1912,26	1101,57	-1,736	0,0826

Średnia dobową wilgotność względną	-1166,94	417,397	-2,796	0,0052
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	131,429	31,5910	4,160	3,18·10 <sup>-05</sup>
Równanie wariancji warunkowej				
omega	2,06876·10 <sup>+09</sup>	4,45498·10 <sup>+08</sup>	4,644	3,42·10 <sup>-06</sup>
alpha	1,12138	0,642784	1,745	0,0811
Model dla SelenafM, lokalizacja – Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	-107879	55845,5	-1,932	0,0534
Średnie temperatura dobową	-173,148	46,5305	-3,721	0,0002
Suma dobową opadów	-328,039	121,448	-2,701	0,0069
Ustępnienie	-273,410	105,004	-2,604	0,0092
Czas trwania opadu deszczu	506,564	271,517	1,866	0,0621
Średnie dobowe zachmurzenie	-444,719	254,103	-1,750	0,0801
Średnia dobową prędkość wiatru	-632,281	173,624	-3,642	0,0003
Średnia dobową wilgotność względną	-62,0447	30,7934	-2,015	0,0439
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	120,435	53,8250	2,238	0,0253
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,70492·10 <sup>+07</sup>	4,89863·10 <sup>+06</sup>	3,480	0,0005
alpha	5,88954	2,18955	2,690	0,0071

Źródło: opracowanie własne.

Wydaje się jednak, że ‘sucha’ analiza powyższych szacunków jest nieco kłopotliwa, gdyż wymaga porównań wielu zestawień tego typu. Wskazuje jedynie na stopień istotności pewnych czynników meteorologicznych w modelowaniu stopy zwrotu bądź też wolumenu obrotu i nie pozwala odnieść się do wcześniej poczynionych spostrzeżeń. Tym samym bardziej zasadne jest dokonanie zbiorczego porównania (Tabela 5.15). Poniższa tabela wskazuje składniki pogodowe, które zostały wyłonione w analizie ARCH jako determinanty dwóch rozpatrywanych zmiennych zależnych. Kolorem zielonym zaznaczone zostały zgodności wskazań dla obydwu lokalizacji.

Tabela 5.15. Analiza porównawcza istotności czynników pogodowych w modelowaniu stóp zwrotu w przekroju różnych lokalizacji stacji pogodowych.

	Lokalizacja											
	siedziba	Warszawa	siedziba	Warszawa	siedziba	Warszawa	siedziba	Warszawa	siedziba	Warszawa	siedziba	Warszawa
	Stoпа zwrotu						Sektor paliwowo-energetyczny					
	Energа		Lotos		Skotan		Tauron		Termo-Rex		ZE PAK	
Średnia temperatura dobową						•	•					•
Suma dobową opadów		•			•							
Ustępnienie		•					•					
Czas trwania opadu deszczu					•	•			•	•		
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne				•								
Średnia dobową prędkość wiatru		•		•								
Średnia dobową wilgotność względną								•	•	•	•	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•		•					•	•	•	•	

	Unimot		PKN Orlen		Będzin		Enea		ML System		Kogeneracja	
Średnia temperatura dobową						•			•	•		
Suma dobową opadów			•		•		•				•	
Ustónecznienie	•	•				•						
Czas trwania opadu deszczu	•				•					•		
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	•	•				•	•	•				
Średnia dobową prędkość wiatru				•				•				
Średnia dobową wilgotność względną						•		•		•	•	•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•			•				•	•	•		•
	Sektor budowlany											
	Unibep		Decpol		Mercor		Lentex		Ferro		InstalKRK	
Średnia temperatura dobową												
Suma dobową opadów	•											
Ustónecznienie		•	•		•					•		
Czas trwania opadu deszczu				•								
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	•		•			•						•
Średnia dobową prędkość wiatru			•	•	•		•	•				
Średnia dobową wilgotność względną		•	•	•	•	•						•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza			•	•	•		•		•	•	•	•
	Mirbud		Decora		Pekabex		Pozbud		Torpol		Selena FM	
Średnia temperatura dobową	•	•		•			•		•		•	•
Suma dobową opadów			•						•			
Ustónecznienie	•		•	•			•	•				
Czas trwania opadu deszczu					•			•				
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	•	•					•					•
Średnia dobową prędkość wiatru			•	•		•						
Średnia dobową wilgotność względną			•	•		•						
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•		•	•		•			•	•		
	Wolumen obrotu											
	Sektor paliwowo-energetyczny											
	Energá		Lotos		Skotan		Tauron		Termo-Rex		ZE PAK	
Średnia temperatura dobową		•				•					•	
Suma dobową opadów				•						•		•
Ustónecznienie		•			•	•	•	•	•		•	
Czas trwania opadu deszczu			•			•				•		
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne				•		•		•	•			
Średnia dobową prędkość wiatru									•		•	•

Średnia dobowa wilgotność względna	•				•	•	•			•		•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•	•	•		•	•			•			
	Unimot		PKN Orlen		Będzin		Enea		ML System		Kogeneracja	
Średnia temperatura dobową		•		•		•			•			•
Suma dobową opadów		•			•							•
Ustonecznienie								•			•	•
Czas trwania opadu deszczu						•					•	•
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne		•						•				•
Średnia dobową prędkość wiatru			•		•	•	•		•	•		•
Średnia dobową wilgotność względna		•				•					•	•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•	•	•	•	•	•		•		•	•	•
	Sektor budowlany											
	Unibep		Decpol		Mercor		Lentex		Ferro		InstalKRK	
Średnia temperatura dobową	•	•	•	•	•		•		•	•	•	
Suma dobową opadów		•	•	•	•				•			
Ustonecznienie	•	•	•		•			•				
Czas trwania opadu deszczu			•	•	•			•	•		•	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	•	•	•	•	•		•	•		•		
Średnia dobową prędkość wiatru			•									
Średnia dobową wilgotność względna	•	•	•	•	•		•				•	•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
	Mirbud		Decora		Pekabex		Pozbud		Torpol		Selena FM	
Średnia temperatura dobową	•	•			•				•		•	•
Suma dobową opadów		•				•			•	•		•
Ustonecznienie	•		•		•		•		•	•		•
Czas trwania opadu deszczu		•					•	•	•		•	•
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne			•	•			•	•	•			•
Średnia dobową prędkość wiatru		•		•			•	•	•			•
Średnia dobową wilgotność względna		•	•	•	•		•		•	•	•	•
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	•	•	•	•		•	•	•	•	•		•

Źródło: opracowanie własne.

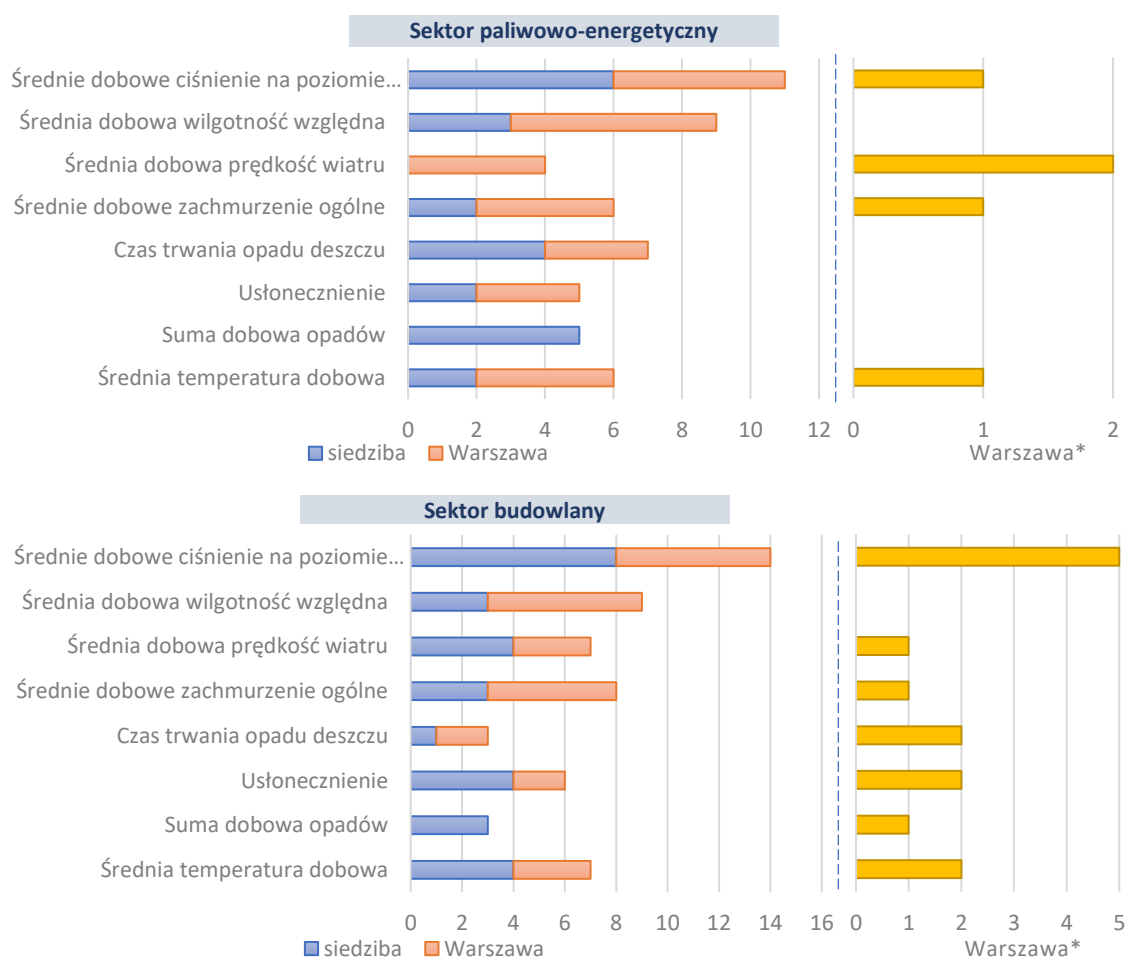
Mimo, że stopień pokrycia wyników nie jest pełny, w niektórych przypadkach można zauważyć dużą analogię. Pamiętać bowiem należy, że różnice w położeniu pierwotnych stacji pogodowych były niekiedy dość znaczące. Dla porównania można by chociażby zestawić dwa skrajne meteorologicznie punkty jak Białystok i Kraków. Trudno zatem sądzić, że w wyniku stałego, bazowego punktu meteorologicznego, jakim jest Warszawa, wyniki będą wyjątkowo spójne z pierwotnymi szacunkami.



Ważne jest jednak to, że wspomniane rozbieżności nie dotyczą wszystkich rozpatrywanych spółek oraz to, że wcześniejsze wnioski co do głównych determinant pogodowych powtarzają się. Potwierdza się również sugestia zwiększonej aktywności zmiennych pogodowych w przypadku modelowania wolumenu obrotu w stosunku do pokrewnych badań dla stopy zwrotu. Co istotne również, wspomniana aktywność jest bardziej widoczna dla spółek sektora budowlanego niż dla paliwowo-energetycznego.

Pamiętać przy tym należy, że tzw. istotności czynników pogodowych rozpatrywane są tutaj nie w kontekście wpływu na wynik ekonomiczno-finansowy danej branży lecz na decyzje finansowe inwestorów. Może się zatem okazać (i zapewne – jak obrazują analizy – tak jest), że zmienne pogodowe, które silnie determinują wyniki finansowe przedsiębiorstw paliwowo-energetycznych czy też budowlanych nie pokrywają się z czynnikami wpływającymi na decyzje w zakresie obrotu akcjami tychże spółek. Są to bowiem dwa różne aspekty bądź, jak ktoś woli dwa odmienne punkty odniesienia.

Relacje pomiędzy szacunkami dla dwóch wariantów lokalizacji stacji pogodowych uwzględnionych w analizie dobrze obrazują prezentacje graficzne przedstawione na rysunku 5.6 oraz rysunku 5.7.

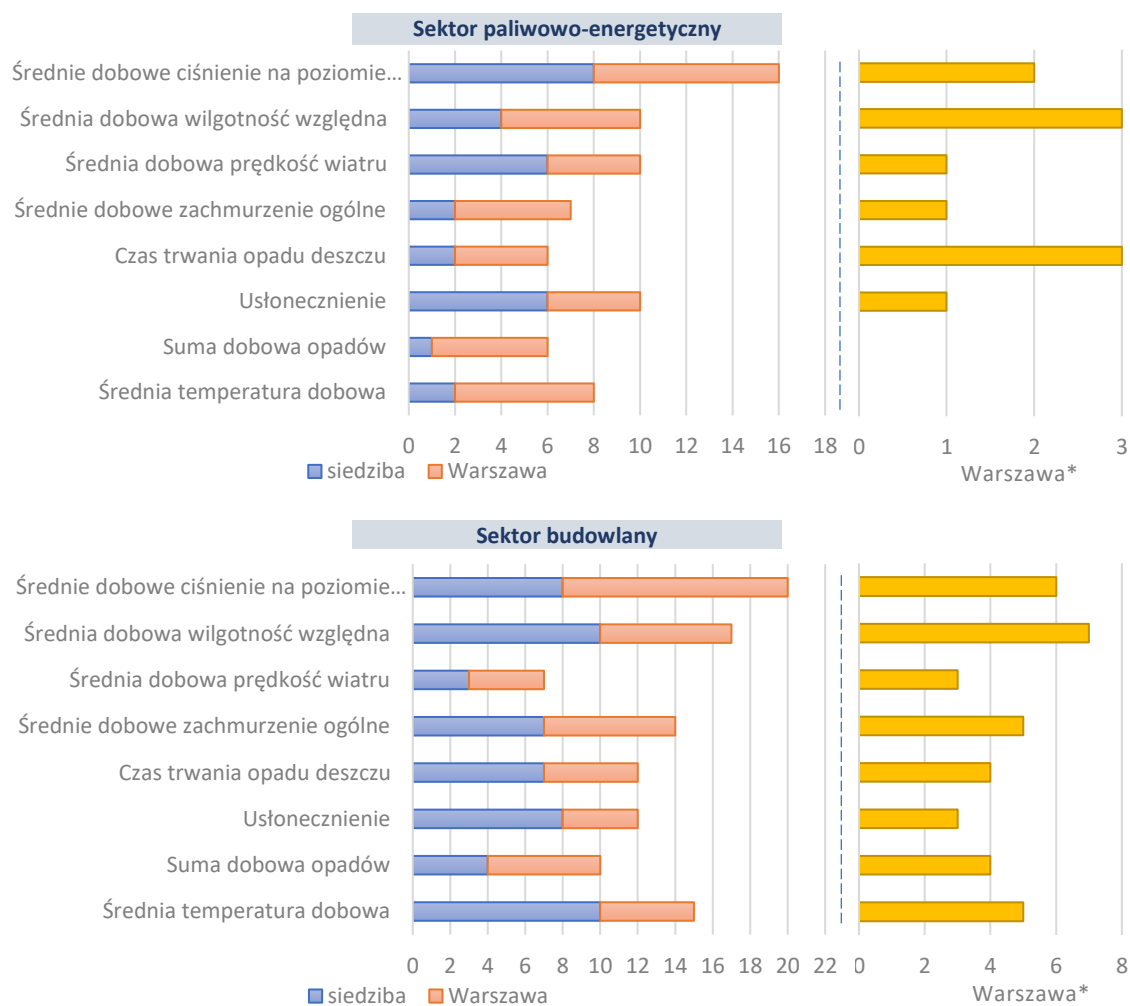


\* obrazuje uzupełnione wyniki dla spółek, dla których Warszawa stanowi zarówno lokalizację siedziby spółki jak również drugi rozpatrywany punkt odniesienia. W przypadku sektora paliwowo-energetycznego jest to 3 spółki, w przypadku sektora budowlanego 8.

Rysunek 5.6. Porównanie częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do stóp zwrotu - analiza ARCH – dla różnych wariantów lokalizacji stacji pogodowych.

Źródło: opracowanie własne.

Dają one możliwość zbiorczej wizualizacji otrzymanych rezultatów w przekroju rozpatrywanych sektorów jak i wariantów przyjętych do analiz zmiennych zależnych. Dodatkowo uwzględniono w nich spółki, dla których to Warszawa jest zarówno lokalizacją siedziby spółki jak i punktem odniesienia uwzględnionym w analizie porównawczej. Tym samym grafika oznaczona symbolem \* jest uzupełnieniem wyników uzyskanych dla stacji pogodowej umiejscowionej w stolicy. W przypadku sektora paliwo-energetycznego są to trzy spółki, a w przypadku budowlanego aż osiem podmiotów.



\* obrazuje uzupełnione wyniki dla spółek, dla których Warszawa stanowi zarówno lokalizację siedziby spółki jak również drugi rozpatrywany punkt odniesienia. W przypadku sektora paliwo-energetycznego jest to 3 spółki, w przypadku sektora budowlanego 8.

Rysunek 5.7. Porównanie częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu - analiza ARCH – dla różnych wariantów lokalizacji stacji pogodowych.

Źródło: opracowanie własne.

Analizując rysunki 5.6 i 5.7 należy wyraźnie rozgraniczyć wskazania otrzymane dla zmiennej zależnej w postaci stopy zwrotu od tych jakie obserwuje się dla wolumenu obrotu. Jak zauważono już po analizie tabeli 5.15 znacznie więcej istotnych oddziaływań pogodowych daje się zauważyć w drugim rozpatrywanym przypadku. Kolejnym ważnym wnioskiem jest znacznie większa podatność sektora budowlanego na wpływy czynników meteorologicznych w modelowaniu nastrojów inwestycyjnych w stosunku do analogicznej analizy dla pierwszej wymienionej zmiennej objaśnianej. Istotnym spostrzeżeniem jest

również zauważalna zwiększona aktywność, w relacji zmienna pogodowa → zmienna endogeniczna, dla danych pogodowych pochodzących z lokalizacji wyłącznie warszawskiej. Położenie stacji pomiarowo-obszaryjnej ma zatem 'pewien' wpływ na ostateczne rezultaty. Nie znaczy to jednak, że obserwujemy istotne zmiany w zakresie zmiennych silnie determinujących decyzje inwestycyjne. Bezapelacyjnym bowiem liderem, również w tym przekroju, pozostaje średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza. Potwierdza się również znaczna istotność średniej dobowej wilgotności względnej.

W pewnym sensie zmiennymi determinującymi zachowania inwestycyjne są również średnie dobowe zachmurzenie ogólne oraz usłonecznienie. Drugi z wymienionych czynników silniej jednak oddziałuje na zmiany w zakresie wolumenu obrotu bez względu na rodzaj analizowanego sektora. W przekroju branż, z kolei, widać zwiększoną aktywność czynnika temperaturowego w odniesieniu do spółek sektora budowlanego.

Bez względu jednak, na zastosowany wariant badawczy czy też rodzaj stosowanych analiz ilościowych wyraźnie rysuje się oddziaływanie czynników pogodowych na zmiany zachowań rynkowych. Owszem, skala rozpatrywanych relacji jest różna w przekroju rozpatrywanych zmiennych meteorologicznych jednak główne spostrzeżenia pokrywają się w znacznej mierze z podobnymi analizami dla rynków europejskich.



## Wnioski

Tradycyjna teoria finansów utrzymuje, że rynek akcji jest zasadniczo racjonalny i odzwierciedla jedynie te informacje, które są istotne dla wyceny aktywów. Inwestorzy zwykle zachowują się racjonalnie przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych, a konsekwencją ich wyborów jest optymalna waga portfela, która jest wynikiem zastosowania klasycznego kompromisu między ryzykiem a stopą zwrotu w odniesieniu do klasycznej analizy MV (średnia-wariancja) znanej jako granica efektywna z teorii H. Markowitza (1952). Są to fundamentalne wnioski zarówno z teorii portfela Markowitza (1952), jak i modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM) Sharpe'a (1964). Jednak Lucey B.M i Dowling M. (2005) argumentują, że prezentowana w klasycznych pracach perspektywa jest niezgodna z rzeczywistością, głównie dlatego, że ignoruje wpływ nastrojów inwestorów na takie procesy decyzyjne.

W ostatnich latach naukowcy odkryli, że czynniki psychologiczne mają znaczący wpływ na decyzje finansowe inwestorów na rynkach kapitałowych, który odnosi się zarówno do częstotliwości i wielkości dokonywania transakcji oraz do stóp zwrotu. Wiele badań finansowych dowodzi, że kiedy ludzie czują się dobrze pod wpływem dobrej pogody, mają optymistyczne opinie na temat swoich perspektyw na przyszłość. Niektórzy argumentują, że ludzie są mniej tolerancyjni na ryzyko, gdy dni się skracają, co związane jest z sezonowymi zaburzeniami afektywnymi.

Zależności zachodzące między pogodą, nastrojem i procesami decyzyjnymi inwestorów były przedmiotem szeroko zakrojonych badań i choć pogoda jest jednym z najważniejszych czynników środowiskowych wpływających na nasze codzienne życie, w literaturze wciąż trwa debata na temat jej wpływu na nastrój. Chociaż nie wszyscy naukowcy uzyskują takie same wyniki, temat jest ważny. Stale bowiem pojawia się pytanie które zmienne pogodowe wpływają na stopy zwrotu, a które nie. Chociaż dostępna jest bogata literatura na ten temat, nie przeprowadzono jednak do tej pory na szerszą skalę badań porównawczych w celu ustalenia wpływu pogody na stopy zwrotu z akcji w krajach takich jak Polska.

Na podstawie tej luki badawczej powstała zatem koncepcja niniejszej pracy. Jak wspomniano już na jej wstępie to chęć weryfikacji badań ogólnościowych w polskich warunkach giełdowych była zasadniczym powodem, skłaniającym Autorkę do jej napisania. Przeprowadzone badania miały z kolei na celu sprawdzenie tego, co zostało już wypracowane w dziedzinie finansów behawioralnych w warunkach rynku rodzimego. Postawiono sobie za cel nie tworzenie nowych metod badania przyczynowości, lecz implementację już istniejących. Ponadto chęć wyboru optymalnych rozwiązań była kolejną przesłanką, z jaką przyszło się Autorce zmierzyć.

Przeprowadzone badania dotyczą zatem koncepcji analizy relacji pomiędzy determinantami pogodowymi a instrumentami giełdowymi w postaci zwrotów z akcji i wolumenem obrotu spółek wchodzących w skład sektora energetyczno-paliwowego Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie. Analiza wpływu czynników

meteorologicznych na rynek giełdowy jest, w tym wypadku, dwuetapowa i dotyczy okresu lat 2015-2020.

Pierwsza faza weryfikacyjna to badania kointegracji mająca na celu ocenę długookresowej ścieżki równowagi, pomiędzy szeregami czasowymi, i wykazanie, że różnica między procesami jest praktycznie stała w czasie. Jest to istotna różnica w stosunku do analizy współzależności, gdyż mówi o długookresowej wzajemnej relacji. Do testowania omawianego zjawiska wykorzystano w dysertacji dwa klasyczne podejścia w tym zakresie a mianowicie metodę Engle-Grangera (Engle i Granger, 1987) oraz metodę Johansena (Johansen, 1988). Ponieważ obie koncepcje wymagają niestacjonarności szeregów czasowych przeprowadzono również analizę występowania pierwiastka jednostkowego z wykorzystaniem testu *ADF* (*Augmented Dickey-Fuller test*) oraz testu *KPSS* (*Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shine test*) (Maddala, 2006). W następstwie tego dokonano właściwej analizy wzmacniając ją dodatkowo o szacunki modelu *VAR* (*Vector AutoRegresive model*). Tego typu podejście miało na celu potwierdzenie wskazań modeli kointegracyjnych, a co za tym idzie wzmocnienie analiz. W przypadku szeregów stacjonarnych zastosowano klasyczne modelowanie *KMNK* (*OLS – ordinary least squares*) obrazujące zależność pomiędzy zmiennymi zależnymi, a zmiennymi niezależnymi poprzez dopasowanie równania liniowego do obserwowanych danych.

Modelowanie ekonometryczne z wykorzystaniem modeli z autoregresyjną warunkową heteroskedastycznością składnika losowego – modele *ARCH*, to drugi etap weryfikacyjny w zakresie oceny relacji czynnik pogodowy → rynek giełdowy. Posłużono się tutaj całą gamą modeli klasy *ARCH*, w celu wykluczenia pewnych wad wynikających często z ich stosowania jak i zarazem wyboru najbardziej adekwatnego. Dodatkowym atutem tego podejścia była również możliwość uwzględnienia różnych koncepcji modelowania zakłóceń losowych. Wykorzystano bowiem nie tylko klasyczne ujęcie w postaci rozkładu normalnego, lecz także rozkładu *t*-Studenta bądź *GED*. Pozwoliło to zauważyć pewne ewentualne odstępstwa w zakresie tzw. grubych ogonów.

Całość badań została poprzedzona szeroką analizą czynników pogodowych stanowiących grupę zmiennych niezależnych właściwego modelowania. Tzw. element sprawczy został przebadany nie tylko w kontekście charakterystyk opisowych rozkładu, ale również dokonano analizy normalności rozkładu, autokorelacji i stałości wariancji. Pozwoliło to w pewnym sensie na uchwycenie pewnych zachowań w obrębie danego czynnika pogodowego. W zakresie determinant meteorologicznych zaproponowano metodologię *Weather-VaR* jako skuteczne narzędzie w zakresie modelowania tego typu szeregów czasowych. Dodatkowym wzmocnieniem w tym wypadku może być uwzględnienie również analiz *bootstrap* 'owych.

Dokonując podsumowania wyciągniętych wniosków można stwierdzić, że:

- nie wszystkie metody analityczne skuteczne są w jednakowym stopniu. Wyjątkowo wyraźne jest to w przypadku analizy kointegracji, w przypadku której to testy Engle Grangera i Johansena wskazują na wzajemne relacje pomiędzy czynnikami pogodowymi a zmienną 'giełdową' co w znacznej mierze wyklucza chociażby testowanie za pomocą testu *VAR* czy też modelowanie *KMNK*. Wydaje się zatem, że dwie ostatnie wymienione metody, z grupy tzw. klasyków, pozwalają wyłapać dopiero ewentualne przyczynowości;
- niezwykle przydatne w analizie przyczynowości za pomocą modeli wektorowej autoregresji *VAR* są funkcje reakcji na impuls ze strony czynnika pogodowego.

Dzięki swej konstrukcji obrazują one nie tyle fakt występowania ewentualnej zależności, ale również dostarczają dodatkowych informacji takich jak: skala reakcji, kierunek i rozkład w czasie;

- dokonując oceny samych koncepcji modelowania przyczynowości, dużo większą aktywnością w tym zakresie charakteryzują się modele klasy *ARCH*. Najmniej, pozytywnych wskazań otrzymujemy w przypadku klasycznych równań regresji;
- bardzo dobrze sprawdza się w tego typu analizach wspomniane wyżej modelowanie *ARCH*. Pozwala bowiem uwzględnić zarówno charakter samych zmiennych modelujących jak również zachowania w zakresie rozkładów zakłóceń losowych;
- najczęściej wykorzystywanym modelem z autoregresyjną warunkową heteroskedastycznością jest klasyczny *ARCH(1)* bądź *GARCH(1,1)*. W znacznej części przypadków dobrze sprawdza się również *TARCH(1,1)* lub *EGARCH(1)*;
- w znacznej mierze modelowanie zakłóceń losowych ogranicza się do rozkładu normalnego. Tylko w kilku zaledwie przypadkach wykorzystano rozkład *GED*;
- do najczęstszych determinant stopy zwrotu i wolumenu obrotu zaliczyć można zdecydowanie czynnik pogodowy w postaci średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza oraz wilgotności względnej. Można zatem stwierdzić, że w przekroju przeprowadzonych analiz są to podstawowe determinanty behawioralnych zachowań inwestorów giełdowych; fakt ten jest o tyle interesujący, że wspomniane czynniki wpływają na potencjalnych inwestorów zarówno wewnątrz pomieszczeń jak i na zewnątrz, a co za tym idzie ich oddziaływanie jest permanentne;
- bardziej podatny na ewentualne wpływy ze strony zmiennych niezależnych jest wolumen obrotu;
- dokonując z kolei wnioskowania w ujęciu rozpatrywanych sektorów należy podkreślić dużo większą aktywność branży budowlanej niż paliwowo-energetycznej w kontekście wpływu czynników meteorologicznych na zmienne endogeniczne; w przypadku tegoż sektora widać zwiększoną 'aktywność' w zakresie czynnika temperaturowego;
- jak stwierdzono nieco wcześniej, w podsumowaniu rozdziału piątego pracy, zmiennymi determinującymi zachowania inwestycyjne są również średnie dobowe zachmurzenie ogólne oraz usłonecznienie; drugi z wymienionych czynników silniej jednak oddziałuje na zmiany w zakresie wolumenu obrotu bez względu na rodzaj analizowanej branży;
- położenie stacji pomiarowo-obszaryjnej ma wpływ na wyniki oszacowań. Zauważalna staje się zwiększona aktywność, w relacji zmienna pogodowa → zmienna endogeniczna, dla danych pogodowych pochodzących z lokalizacji warszawskiej związanej z umiejscowieniem głównego parkietu giełdowego. W przypadku odniesienia do danych meteorologicznych pochodzących ze stacji pogodowych związanych z lokalizacją siedziby spółki wspomniane wyżej relacje są nieco rzadsze;
- analizując dane pogodowe związane z pierwotnie przeprowadzoną analizą można zaobserwować pewne tendencje związane z konkretną lokalizacją; dla przykładu Katowice są silnie zdeterminowane przez usłonecznienie a Gdańsk przez ciśnienie atmosferyczne. Wszelkie spostrzeżenia w tym zakresie nabrałyby z pewnością na znaczeniu w przypadku istotnego zwiększenia próby badawczej;

- własność zmiennej pogodowej determinuje jej znaczenie w analizie przyczynowości. Wyraźnie zauważalne staje się to w przypadku ciśnienia atmosferycznego, które w swej charakterystyce jest zmienną najbardziej zbliżoną do tzw. normalności. Podobnie zresztą mamy do czynienia w przypadku rozpatrywania wilgotności względnej. Tym samym im większa asymetria rozkładu bądź też poziom koncentracji, tym mniejsze znaczenie danego czynnika jako zmiennej niezależnej.

Reasumując wszystkie przedstawione wnioski należy stwierdzić, że zmienne meteorologiczne stanowią behawioralny element analiz w zakresie zachowań inwestorów giełdowych. Tym samym potwierdzają się założenia jednej z hipotez pomocniczych poczynionych w pracy. Można stwierdzić, że uwzględnienie zmiennych meteorologicznych w analizach stopy zwrotu czy też wolumenu obrotu może korzystnie wpłynąć na poprawę jakości przewidywań klasycznych metod prognostycznych stosowanych w analizie ryzyka. Wzmocnienie tego typu analiz dodatkowo o metody przedziałowe (*Value-at-Risk*, *bootstrap*) pozwala na zwiększenie skuteczności predykcji, zwłaszcza w krótkim czasie.

Cel pracy, jakim jest ocena wpływu czynników pogodowych na zmienność rynku akcji został zrealizowany. Można śmiało stwierdzić, że cel poboczny również, gdyż udało się wyłonić czynniki pogodowe o istotnym wpływie na modelowane zmienne zależne. Nie znaczy to jednak, że mimo skutecznej weryfikacji celów i hipotez, nie dostrzeżono pewnych problemów badawczych. Do najważniejszych z nich zaliczyć można:

- problemy z dostępnością wartości dla niektórych zmiennych pogodowych, co przekłada się istotnie na zmniejszenie próby badawczej w obrębie danego czynnika. Mimo rozbudowanej sieci pomiarowej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej zdarzają się braki pomiarowe i to dla głównych stacji pogodowych. Luki w pogodowych szeregach czasowych powodują wykluczenie z analiz danego czynnika pogodowego a tym samym nie pozwalają na jego skuteczną weryfikację jako zmienną przyczynową;
- w pewnym sensie problematyczna jest również kwestia samych szeregów czasowych. W przypadku danych pogodowych dane historyczne dotyczą każdego dnia, natomiast w odniesieniu do danych giełdowych szeregi z danymi ulegają skróceniu ze względu na krótszy tydzień giełdowy (pięć dni w tygodniu). Tym samym przed rozpoczęciem jakichkolwiek analiz należy wstępnie doprowadzić do porównywalności szeregów;
- wyniki oszacowań przyczynowości wrażliwe są na metodę estymacji;
- określenie kierunku relacji czynniki pogodowy → stopa zwrotu (wolumen obrotu) może opierać się jedynie o współczynniki kierunkowe w analizie regresji;
- szacunki parametrów modeli klasy *ARCH* nie zawsze są łatwym procesem; występowanie ekstremalnych zmian w wielu danych może generować problemy dla funkcji największej wiarygodności – zastosowanej do obliczania parametrów – przejawiające się w braku zbieżności;
- w przypadku niektórych zmiennych pogodowych należałoby zastanowić się również nad uwzględnieniem zjawiska sezonowości w dłuższym czasie;
- zasadniczym problemem przy tego typu analizach jest ‘prawidłowy’ wybór tzw. punktu odniesienia, jeśli chodzi o stacje pogodowe i dane z nich pochodzące. Każda bowiem koncepcja (łącznie z tymi zaprezentowanymi w pracy) ma swoje wady i zalety. Zawsze mogą znaleźć się głosy sugerujące nieco odmienne podejście do rozwiązania tej kwestii.



Niebagatelny atutem poczynionych rozważań jest fakt dokonania literaturowego przeglądu badań ogólnoswiatowych w zakresie modelowania nastrojów inwestycyjnych. Jest to o tyle istotne, że ciężko znaleźć pozycje stanowiące swego rodzaju kompendium wiedzy w tym zakresie nie tylko na rynku krajowym, lecz również i międzynarodowym. Ponadto niniejsza dysertacja, zdaniem autorki, przyczynia się do zwiększenia zakresu badań z zakresu finansów behawioralnych, zwłaszcza na rynku polskim. Pozwala, jak już zostało wspomniane, na wypełnienie pewnej luki badawczej w zakresie analiz wpływu czynników pogodowych na procesy decyzyjne inwestorów.

Dzięki przeprowadzonym badaniom została podważona tradycyjna literatura finansowa sugerująca racjonalność rynków. Wykazano bowiem wyraźnie, że czynniki psychologiczne mają istotny wpływ na decyzje inwestycyjne. Dzięki tego typu analizom i szerokiej ich perspektywie wiele zmiennych, które w tradycyjnej literaturze finansowej uznawane są za 'nieekonomiczne', nie jest już ignorowanych. Co więcej, biorąc pod uwagę potencjalny wpływ tak specyficznej zmiennej, jak pogoda, na decyzje inwestycyjne, można uzyskać ważne informacje dla interpretacji rynków finansowych, jeśli taki wpływ zostanie ujawniony.



## Bibliografija

- Adekeye, K. S. i Aiyelabegan, A. B. (2006). Fitting an ARIMA Model to Experimental Data. *Nigerian Statistical Association (NSA) Conference Proceedings*, (strony 65–72).
- Agarwal, A., Verma, A. i Agarwal, R. K. (2016). Factors influencing the individual investor decision making behavior in India. *Journal of Applied Management and Investments*, 5(4), strony 211–222.
- Agnew, J. R., Anderson, L. R., Gerlach, J. R. i Szykman, L. R. (2008). Who chooses annuities? An experimental investigation of the role of gender, framing, and defaults. 98(2), strony 418–442.
- Agyemang, O. S. i Ansong, A. (2016). Role of personal values in investment decisions. *Management Research Review*, 39(8), strony 940–964.
- Ahrens, C. D. (2011). *Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere* (wyd. 5th ed.). Belmont, CA: Thomson Higher Education.
- Akerlof, G. A. i Shiller, R. J. (2009). *Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy and Why It Matters for Global Capitalism*. New Jersey: Princeton University Press.
- Akhtari, M. (2011). Reassessment of the Weather Effect: Stock Prices and Wall Street Weather. *Undergraduate Economic Review*, 7(1).
- Aksulu, İ. (1993). *Socio-Economic and Demographic Characteristics of Consumers and their Effects on Brand Selection Behaviors*. İzmir: İlkem Ofset.
- Al-Ajmi, J. Y. (2008). Risk tolerance of individual investors in an emerging market. *International Research Journal of Finance and Economics*(17), strony 15–26.
- Allais, M. (1953). Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine. *Econometrica*, 21(4), strony 503–546. doi:<https://doi.org/10.2307/1907921>
- Allen, M. A. i Fischer, G. J. (1978). Ambient Temperature Effects on Paired Associate Learning. *Ergonomics*, 21(2), strony 95–101. doi:<https://doi.org/10.1080/00140137808931700>
- Ames, D. R. (2004). Strategies for social inference: A similarity contingency model of projection and stereotyping in attribute prevalence estimates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(5), strony 573–585. doi:10.1037/0022-3514.87.5.573
- Anbar, A. i Eker, M. (2009). Demographic and socio-economic factors affecting financial risk perceptions of individual investors. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 129–150.
- Anderson, C. A. (1989). Temperature and aggression: Ubiquitous effects of heat on occurrence of human violence. *Psychological Bulletin*, 106(1), strony 74–96.
- Angner, E. i Loewenstein, G. (2006). Behavioural Economics. W J. Woods i P. Thagard, *Handbook of the Philosophy of Science*. Amsterdam: Elsevier.
- Arkes, H., Herren, L. T. i Isen, A. M. (1988). The role of potential loss in the influence of affect on risk-taking behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 42(2), strony 181–193. doi:[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(88\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0749-5978(88)90011-8)
- Arsenijević, O., Podbregar, I., Šprajc, P., Trivan, D. i Ziegler, Y. (2018). *Behavioral Economy and Its Future. ORGANIZACIJA IN NEGOTOVOSTI V DIGITALNI DOBI ORGANIZATION AND UNCERTAINTY IN THE DIGITAL AGE* (Tom 1005).
- Avgouleas, E. (2009). The Global Financial Crisis, Behavioural Finance and Financial Regulation: In Search of a New Orthodoxy. *Journal of Corporate Law Studies*, 9(1), strony 23–59. doi:<https://doi.org/10.1080/14735970.2009.11421534>

- Babula, E. i Blajer-Gołębiowska, A. (2008). Wpływ informacji na zachowania podmiotów na rynkach akcji. W G. Maniak, *Problemy ekonomii i polityki gospodarczej*. Szczecin: Wydawnictwo Katedry Mikroekonomii Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Bagozzi, R., Mahesh, G. i Prashnath, N. (1999). The role of emotions in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 27, strony 184-206. doi:<https://doi.org/10.1177/0092070399272005>
- Baillie, R. T., Bollerslev, T. i Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 74(1), strony 3-30. doi:[https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(95\)01749-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(95)01749-6)
- Baker, H. i Nofsinger, J. (2010). Behavioral Finance: An Overview. W *Behavioral Finance: Investors, Corporations, and Markets* (strony 1-21). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. doi:<https://doi.org/10.1002/9781118258415.ch1>
- Baker, M. i Wurgler, J. (2007). Investor sentiment in the stock market. *Journal of Economic Perspectives*, 21, strony 129–151.
- Bala, V. i Goyal, S. (1998). Learning from neighbours. *Review of Economic Studies*, 65(1), strony 595–621. doi:10.1111/1467-937X.00059
- Barber, B. M. i Odean, T. (1999). The Courage of Misguided Convictions. *Financial Analysts Journal*, 55(6), strony 41-55. doi:<https://doi.org/10.2469/faj.v55.n6.2313>
- Barberis, N. i Thaler, R. (2003). A survey of behavioural finance, in Constantinides. W M. Harris i R. M. Stulz, *Handbook of the Economics of Finance* (strony 1053-1123,). Elsevier North Holland.
- Barberis, N., Greenwood, R., Jin, L. i Shleifer, A. (2015). X-CAPM: An extrapolative capital asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 115(1), strony 1-24. doi:10.1016/j.jfineco.2014.08.007
- Barberis, N., Shleifer, A. i Vishny, R. (1998). A model of investor sentiment. *Journal of Financial Economics*, 49(3), strony 307-343.
- Bassi, A., Colacito, R. i Fulghieri, P. (2013). 'O Sole Mio: An Experimental Analysis of Weather and Risk Attitudes in Financial Decisions. *Review of Financial Studies*, 26(7), strony 1824-1852. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn1958215>
- Bauer, D. i Maynard, A. (2012). Persistence-robust surplus-lag Granger causality testing. *Journal of Econometrics*, 169(2), strony 293-300. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2012.01.023>
- Baumeister, R. F. i Bushman, B. J. (2013). *Social Psychology and Human Nature* (wyd. 3rd edition). Cengage Learning.
- Bavoso, V. (2017). Capital Markets, Debt Finance and the EU Capital Markets Union: A law and finance critique. *ECMI Working Paper No. 5*.
- Beck, A. T. (2008). The evolution of the cognitive model of depression and its neurobiological correlates. *American Journal of Psychiatry*, 165, strony 969-977.
- Bell, P. A. i Baron, R. A. (1976, January–March). Aggression and heat: The mediating role of negative affect. *Journal of Applied Social Psychology*, 6(1), strony 18–30.
- Bellotti, X. A., Taffler, R. i Tian, L. (2010). Understanding the Chinese Stock market Bubble: The Role of Emotion. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1695932>. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1695932>
- Bentham, J. (1781). *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*. Kitchener: Batoche Books 2000.
- Berk, J. B. i Van Binsbergen, J. H. (2016). Assessing asset pricing models using revealed preference. *Journal of Financial Economics*, 119(1), strony 1-23. doi:10.1016/j.jfineco.2015.08.010

- Bhavani, G. i Shetty, K. (2017). Impact of demographics and perceptions of investors on investment avenues. *Accounting and Finance Research*, 6(2), strony 198-205. doi:10.5430/afr.v6n2p198
- Białkowski, J., Etebari, A. i Wiśniewski, T. P. (2012). Fast profits: Investor sentiment and stock returns during Ramadan. *Journal of Banking & Finance*, 36(3), strony 835-845. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.09.014
- Bijlstra, G., Holland, R. W. i Wigboldus, D. J. (2010). The social face of emotion recognition: Evaluations versus stereotypes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, strony 657-663.
- Bikhchandani, S., Hirshleifer, D. i Welch, I. (1992). A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy*, 100(5), strony 992-1026. doi:10.1086/261849
- Bikhchandani, S., Hirshleifer, D. i Welch, I. (1998). Learning from the behavior of others: Conformity, fads, and informational cascades. *Journal of Economic Perspectives*, 12(3), strony 151-170. doi:10.1257/jep.12.3.151
- Black, F. (1972). Capital market equilibrium with restricted borrowing. *The Journal of Business*, 45(3), strony 444-454. doi:10.1086/295472
- Blaug, M. (1995). *Metodologia ekonomii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Bless, H., Clore, G. L., Schwarz, N., Golisano, V., Rabe, C. i Wolk, M. (1996). Mood and the use of scripts: Does being in a happy mood really lead to mindlessness? *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(4), strony 665-679. doi:https://doi.org/10.1037/0022-3514.71.4.665
- Bless, H., Schwarz, N. i Kimmelmeier, M. (1996). Mood and stereotyping: The impact of moods on the use of general knowledge structures. *European Review of Social Psychology*, 7(1), strony 63-93. doi:https://doi.org/10.1080/14792779443000102
- Bless, H., Schwarz, N. i Wieland, R. (1996). Mood and the impact of category membership and individuating information. *European Journal of Social Psychology*, 26(6), strony 935-959. doi:10.1002/(SICI)1099-0992(199611)
- Bloomfield, R. i Anderson, A. (2010). Experimental finance. W H. K. Baker i J. R. Nofsinger, *Behavioral Finance: Investors, Corporations, and Markets*. NJ: Wiley.
- Błaczkowska, A., Czekąła, M., Grześkowiak, A., Kowalewski, G. i Szmigiel, C. (2002). *Ekonometria. Metody, przykłady, zadania*. (J. Dziechciarz, Red.) Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Bodie, Z., Kane, A. i Marcus, A. J. (2007). *Essentials of investments* (wyd. 6th). Irwin: McGraw Hill.
- Bodnaruk, A. i Simonov, A. (2015). Do financial experts make better investment decisions? *Journal of Financial Intermediation*, 24(4), strony 514-536. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfi.2014.09.001
- Bodur, Y. A. (2016). *Investigating factors that affect investor behavior in terms of over-reliance*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe-Finansman Programı.
- Bollersev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), strony 307-327. doi:https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1
- Bollerslev, T. (2008). Glossary to ARCH (GARCH). *SSRN Electronic Journal*. doi:https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1263250
- Bollerslev, T., Chou, R. i Kroner, K. F. (1992). ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics*, 52(1-2), strony 5-59.
- Bollerslev, T., Engle, R. F. i Nelson, D. (1994). ARCH Models. W R. F. Engle i D. L. McFadden, *Handbook of Econometrics* (Tom IV, strony 2959-3038). Amsterdam: Elsevier Science. doi:https://doi.org/10.1016/S1573-4412(05)80018-2

- Bowden, M. i McDonald, S. (2008). The impact of interaction and social learning on aggregate expectations. *Computational Economics*, 31(3), strony 289–306. doi:10.1007/s10614-007-9118-y
- Box, G. i Jenkins, G. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. i Marcus, A. J. (1999). *Fundamentals of Corporate Finance* (wyd. 2nd). McGraw-Hill.
- Breusch, T. i Pagan, A. (1979). A Simple Test of Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47, strony 1287-1294.
- Brzeszczyński, J. i Kelm, R. (2002). *Ekonometryczne modele rynków finansowych. Modele kursów giełdowych i kursów walutowych*. Warszawa: WIG-Press.
- Brzeziński, M., Gorynia, M. i Hockuba, Z. (2008). Ekonomia a inne nauki społeczne na początku XXI w. Między imperializmem a korporacją. *Ekonomista*, 2.
- Byrne, K. (2005). How do consumers evaluate risk in financial products? *Journal of Financial Services Marketing*, 10, strony 21-36. doi:https://doi.org/10.1057/palgrave.fsm.4770171
- Cacioppo, J. T. i Gardner, W. L. (1999). Emotions. *Annual Review of Psychology*, 50, strony 191–214.
- Camerer, C. F. i Loewenstein, G. (2004). Behavioral Economics: Past, Present, Future. W C. F. Camerer, G. Loewenstein i M. Rabin, *Advances in Behavioral Economic* (strony 3-52). New York: Princeton University Press.
- Camerer, C. i Ho, T.-H. (1999, lipiec). Experience-weighted attraction learning in normal form games. *Econometrica*, 67(4), strony 827-874.
- Cao, H. H., Han, B., Hirshleifer, D. i Zhang, H. H. (2009). Fear of the unknown: Familiarity and economic decision. *Review of Finance*, 15(1), strony 173-206. doi:10.1093/rof/rfp023
- Cao, M. i Wei, J. (2005). Stock market returns: a note on temperature anomaly. *Journal of Banking and Finance*, 29, strony 1559–1573.
- Castro, D. i O'Neill, T. (1999). *Fear and greed drive a sloppy market*. *Asset Sales Report*. SourceMedia.
- Çelen, B. i Kariv, S. (2004). Distinguishing informational cascades from herd behavior in the laboratory. *American Economic Review*, 94(3), strony 484–498.
- Chan, K., Hameed, A. i Tong, W. (2000). Profitability of momentum strategies in the international equity markets. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 35(2), strony 153–172. doi:10.2307/2676188
- Chanel, O. i Chichilnisky, G. (2009). The influence of fear in decisions: Experimental evidence. *Journal of Risk and Uncertainty*, 39(3), strony 1-45. doi:10.1007/s11166-009-9079-8
- Chang, E. C., Cheng, J. W. i Khorana, A. (2000). An examination of herd behavior in equity markets: An international perspective. *Journal of Banking and Finance*, 24(1), strony 1651–1679. doi:10.1002/ijc.2910340112
- Chang, S. C., Chen, S. S., Shou, R. K. i Lin, Y. H. (2008). Weather and Intraday Patterns in Stock Returns and Trading Activity. *Journal of Banking and Finance*, 32(9), strony 1754–1766. doi:10.1016/J.JBANKFIN.2007.12.007
- Chang, T., Nieh, C. C., Yang, M. J. i Yang, T. Y. (2006). Are stock market returns related to weather effects? Empirical evidence from Taiwan. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 36, strony 343–354.
- Chen, G., Kim, K. A., Nofsinger, J. R. i Rui, O. M. (2007). Trading performance, disposition effect, overconfidence, representativeness bias, and experience of emerging market investors. *Journal of Behavioural Decision Making*, 20(4), strony 425-451. doi:https://doi.org/10.1002/bdm.561

- Chen, H. Y., Lee, C. F. i Shih, W. K. (2016). Technical, fundamental, and combined information for separating winners from losers. *Pacific-Basin Finance Journal*, 39(9), strony 224-242. doi:10.1016/j.pacfin.2016.06.008
- Chira, I., Adams, M. i Thornton, B. (2008). Behavioral bias within the decision making process. *Journal of Business & Economics Research*, 6(8), strony 11-20. doi:10.19030/jber.v6i8.2456
- Christy, F. T. (1982). *Territorial use rights in marine fisheries: definitions and conditions*. Food & Agriculture Organization.
- Clark, J. M. (1918). Economics and Modern Psychology. *Journal of Political Economy*, 26(1).
- Clore, G. L., Schwarz, N. i Conway, M. (1994). Affective causes and consequences of social information processing. W R. S. Wyer i T. K. Srull, *Handbook of social cognition: Basic processes; Applications* (strony 323–417). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cohen, L. i Frazzini, A. (2008). Economic links and predictable returns. *The Journal of Finance*, 63(4), strony 1977–2011. doi:10.1111/j.1540-6261.2008.01379.x
- Cohen-Charash, Y., Scherbaum, C. A., Kammeyer-Mueller, J. D. i Staw, B. M. (2013). Mood and the Market: Can Press Reports of Investors' Mood Predict Stock Prices? *Plos One*, 6(6), strony 1-15. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072031
- Conlisk, J. (1996). Why bounded rationality? *Journal of Economic Literature*, 34(2), strony 669 – 700.
- Cooper, I. i Priestley, R. (2013). The world business cycle and expected returns. *Review of Finance*, 17(3), strony 1029–1064. doi:10.1093/rof/rfs014
- Cooper, M. J., Dimitrov, O. i Rau, P. R. (2001). A rose.com by any other. *The Journal of Finance*, 56(6), strony 2371-2388.
- Cooray, T. (2008). *Applied time series: analysis and forecasting*. Alpha Science International Limited.
- Coren, S. (1996). *Sleep thieves*. New York: Free Press.
- Cornicello, G. (2004). *Behavioral finance and speculative bubble (Unpublished master's thesis)*. Milano: Universita Commercial Luigi.
- Corter, J. E. i Chen, Y. J. (2006). Do investment risk tolerance attitude predict portfolio risk? *Journal of Business and Psychology*, 20(3), strony 369–384. doi:https://doi.org/10.1007/s10869-005-9010-5
- Cronqvist, H. i Siegel, S. (2014). The genetics of investment biases. *Journal of Financial Economics*, 113(2), strony 215-234. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.04.004
- Crowder, S. (1987). A Simple Method for Studying Run-Length Distributions of Exponentially Weighted Moving Average Charts. *Technometrics*, 29(4), strony 401-407. doi:https://doi.org/10.2307/1269450
- Cunningham, M. R. (1979, November). Weather, mood and helping behavior: Quasi-experiments with the sunshine Samaritan. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(11), strony 1947–1956.
- Cuomo, M. T., Tortora, D., Mazzucchelli, A., Festa, G., Di Gregorio, A. i Metallo, G. (2018). Impacts of code of ethics on financial performance in the Italian listed companies of bank. *Journal of Business Accounting and Finance Perspectives*, 1(1), strony 157-179.
- Curto, J. D., Falcao, P. i Braga, A. A. (2018). Herd Behaviour and Market Efficiency: Evidence from the Iberian Stock Exchanges. *Journal of Advanced Studies in Finance*, 8(2), strony 81-93. doi:https://doi.org/10.14505/jasf.v8.2(16).01
- Czekaj, J. (2014). *Efektywność giełdowego rynku akcji w Polsce: z perspektywy dwudziestolecia*. Warszawa: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.
- Czerwińska, T. i Nowak, A. Z. (2016). *Rynek kapitałowy - efektywność i ryzyko*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego.

- Czerwonka, M. i Gorlewski, B. (2012). *Finanse behawioralne. Zachowania inwestorów i rynku*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH.
- Daniel, K., Hirshleifer, D. i Subrahmanyam, A. (1998). Investor psychology and security market under-and overreactions. *The Journal of Finance*, 53(6), strony 1839–1885. doi:10.1111/0022-1082.00077
- Davidson, R. J., Jackson, D. C. i Kalin, N. H. (2000). Emotion, plasticity, context, and regulation: Perspectives from affective neuroscience. *Psychological Bulletin*, 126(6), strony 890–909. doi:10.1037/0033-2909.126.6.890
- Dawney, E. i Shah, H. (2005). *Behavioural economics: seven principles for policy-makers*. London: New Economics Foudation.
- de Bondt, W. F. (1998). A portrait of the individual investors. *European Economic Review*(42), strony 831-844.
- De Bondt, W. i Thaler, R. (1985). Does the stock market overreact? *Journal of Finance*, 40, strony 793-808.
- De Bondt, W., Muradoglu, G., Shefrin, H. i Staikouras, S. K. (2009). Behavioral FInance: Quo vadis? *Journal of Applied Finance*, 18(2), strony 7-21.
- De Vries, M., Holland, R. W., Corneille, O., Rondeel, E. i Witteman, C. M. (2012). Mood effects on dominated choices: Positive mood induces departures from logical rules. *Journal of Behavioral Decision Making*, 25(1), strony 74-81. doi:10.1002/bdm
- DeBondt, W., Forbes, W., Hamalainen, P. i Muradoglu, Y. (2010). What can behavioral finance teach us about finance? *Qualitative research in Financial Markets*, 2(1), strony 29-39.
- Delyukov, A. i Didyk, L. (1999). The effects of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity. *International Journal of Biometeorology*, 43(1), strony 31-37.
- Denissen, J. A., Butalid, L., Penke, L. i van Aken, M. G. (2008). The effects of weather on daily mood: A multilevel approach. *Emotion*, 8(5), strony 662-667. doi:10.1037/a0013497
- Devenow, A. i Welch, I. (1996). Rational herding in financial economics. *European Economic Review*, 40(3-5), strony 603–615. doi:10.1016/0014-2921(95)00073-9
- Dichev, I. D. i Janes, T. D. (2001). Lunar Cycle Effects in Stock Returns. *Working Paper, University of Michigan Business School and SSRN.com*.
- Digon, E. i Bock, H. (1966). Suicides and climatology. *Archives of Environmental Health*, 12, strony 279–286.
- Ding, Z., Granger, C. W. i Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1(1), strony 83-106. doi:https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D
- Dixon, R. i Holmes, P. (1992). *Financial Markets: An introduction*. International Thomson Business Press.
- Dobre, I. i Alexandru, A. (2008). Modelling Unemployment Rate Using Box-Jenkins Procedure. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 3, strony 156-166.
- Dong, M. i Tremblay, A. (2021). Does the Weather Influence Global Stock Returns? *Critical Finance Review*, 10(2), strony 207-249. doi:http://dx.doi.org/10.1561/104.00000098
- Dotey, A., Rom, H. i Vaca, C. (2011). *Information diffusion in social media*. Final Project, CS224W: Stanford University.
- Dowling, M. i Brian, M. L. (2005). Weather, Biorhythms, Beliefs and Stock Returns Some - Preliminary Irish Evidence. *International Review of Financial Analysis*, 14, strony 337–355.
- Dowling, M. i Lucey, B. M. (2008). Robust global mood influences in equity pricing. *Journal of Multinational Financial Management*, 18, strony 145–164.
- Dudycz, T. (2013). *Działalność inwestycyjna spółek debiutujących na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.



- Dutton, J. (2002). The Weather in Weather Risk. W B. Dischel, *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books.
- Dziawgo, D. (2012). *Rynek finansowy: istota - instrumenty - funkcjonowanie*. Warszawa: Stowarzyszenie Księgowych w Polsce.
- Dziechciarz, J. (1993). *Ekonometryczne modelowanie procesów gospodarczych*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego.
- Eagles, J. M. (1994). The relationship between mood and daily hours of sun light in rapid cycling bipolar illness. *Biological Psychiatry*, 36(6), strony 422-424. doi:[https://doi.org/10.1016/0006-3223\(94\)91216-5](https://doi.org/10.1016/0006-3223(94)91216-5)
- Economides, N. i Schwartz, R. (1995). Equity Trading Practices and Market Structure: Assessing Asset Managers' Demand for Immediacy. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, 4(4), strony 1-46.
- Edmans, A., Garcia, D. i Norli, Ø. (2007). Sports sentiment and stock returns. *Journal of Finance*, 62, strony 1967–1998.
- Ellsworth, P. C. i Scherer, K. R. (2003). *Appraisal Processes in Emotion* (Tom 572). Handbook of affective sciences.
- Emenogu, G. N. i Adenomon, M. O. (2018). The Effect of High Positive Autocorrelation on the Performance of Garch Family Models. *Preprints*. doi:10.20944/preprints201811.0381.v1
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), strony 987-1007. doi:<https://doi.org/10.2307/1912773>
- Engle, R. F. (1990). Discussion: Stock Market Volatility and the Crash of 1987. *Review of Financial Studies*, 3(1), strony 103-106.
- Engle, R. F. i Bollerslev, T. (1986). Modelling the Persistence of Conditional Variances. *Econometric Review*, 5(1), strony 1-50. doi:<https://doi.org/10.1080/07474938608800095>
- Engle, R. F. i Granger, C. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), strony 251-276. doi:<https://doi.org/10.2307/1913236>
- Engle, R. F., Lilien, D. M. i Robins, R. P. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*, 55(2), strony 391-407.
- Etzioni, A. (1988). Normative-affective factors: Towards a new decision-making model. *Journal of Economic Psychology*, 9(2), strony 125-150.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38(1), strony 34–105. doi:10.1086/294743
- Fama, E. F. (1970, May). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), strony 383-417. doi:<https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F. (1998). Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. *Journal of Financial Economics*, 49, strony 283–306.
- Fama, E. F. i French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), strony 427–465. doi:10.2307/2329112
- Fama, E. F. i French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), strony 3-56. doi:10.1016/0304-405X(93)90023-5
- Fama, E. F. i French, K. R. (1998). Taxes, Financing Decisions, and Firm Value. *Journal of Finance*, 53(3).
- Fares, A. R. i Khamis, F. G. (2011). Individual investors' stock trading behavior at Amman Stock Exchange. *International Journal of Economics and Finance*, 3(6), strony 128-134. doi:10.5539/ijef.v3n6p128
- Fellner, G. i Maciejovsky, B. (2007). Risk attitude and market behavior: evidence from experimental asset markets. *Journal of Economic Psychology*, 28(3), strony 338–350.

- Feng, L. i Seasholes, M. S. (2005). Do investor sophistication and trading experience eliminate behavioural biases in financial markets? *Review of Finance*, 9(3), strony 305-351. doi:<https://doi.org/10.1007/s10679-005-2262-0>
- Finter, P., Niessen-Ruenzi, A. i Ruenzi, S. (2012). The impact of investor sentiment on the German stock market. *Zeitschrift Fur Betriebswirtschaft*, 82(2), strony 133-163. doi:10.1007/s11573-011-0536-x
- Fischer, R. i Gerhardt, R. (2007). Investment mistakes of individual investors and the impact of financial advice. *European Business School Working Paper*, strony 2-33.
- Fischhoff, B., Slovic, P. i Lichtenstein, S. (1977). Knowing with certainty: The appropriateness of extreme confidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3(4), strony 552–564. doi:10.1037//0096-1523.3.4.552
- Fisher, K. L. i Statman, M. (2000). Investor Sentiment and Stock Returns. *Financial Analysts Journal*, 56(2), strony 16-23.
- Fiszeder, P. (2009). *Modelowanie klasy GARCH w empirycznych badaniach finansowych*. Toruń: Uniwersytet Mikołaja Kopernika.
- Flejterski, S. (2007). *Metodologia finansów. Podręcznik akademicki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Floros, C. (2008). Stock Market Returns and the Temperature Effect: New Evidence from Europe. *Applied Financial Economics Letters*, 4, strony 461-467.
- Floros, C. (2011). On the Relationship between Weather and Stock Market Returns. *Studies in Economics and Finance*, 28, strony 5-13. doi:<https://doi.org/10.1108/10867371111110525>
- Forgas, J. P. (1995). Mood and judgment: The affect infusion model (AIM). *Psychological Bulletin*, 117(1), strony 39-66. doi:<https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.1.39>
- Forgas, J. P. i Bower, G. H. (1987). Mood effects on person-perception judgments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(1), strony 53–60. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-3514.53.1.53>
- Francioni, R. (1995). German Equity Market Development as a Response to Investor Needs. W *Institutional Investor Needs, Trading Costs and Equity Market Structure*. Deutsche Börse.
- Frankfurter, G. M. i McGoun, E. G. (2000). Market efficiency and behavioral finance: the nature of the debate. *Journal of Psychology and Financial Markets*, 1(3-4), strony 200–210. doi:[https://doi.org/10.1207/S15327760JPFM0134\\_5](https://doi.org/10.1207/S15327760JPFM0134_5)
- Frantz, R. (2013). Frederick Hayek's behavioral economics in historical context. W R. Frantz i R. Leeson, *Hayek and behavioral economics* (strony 7-8). New York: Palgrave Macmillan.
- French, K. (1980). Stock returns and the weekend effect. *Journal of Financial Economics*, 8(1), strony 55-69.
- Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *The American psychologist*, 43(5), strony 349-358. doi:10.1037//0003-066x.43.5.349
- Frijda, N. H. (1993). Moods, emotion episodes, and emotions. W J. M. Haviland i M. Lewis, *Handbook of emotions* (strony 381–403). New York: The Guilford Press.
- Fu, C., Jacoby, G. i Wang, Y. (2015). Investor sentiment and portfolio selection. *Finance Research Letters*, 15, strony 266–273. doi:<https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.11.004>
- Ganster, D. C. (2005). Response executive job demands: Suggestions from a stress and decision-making perspective. *The Academy of Management Review*, 30(3), strony 492–502. doi:10.2307/20159140
- Garret, I., Kamstra, M. J. i Kramer, L. A. (2005). Winter blues and time variation in the price of risk. *Journal of Empirical Finance*, 12, strony 291–316.
- Gerlach, J. R. (2007). Macroeconomic news and stock market calendar and weather anomalies. *Journal of Financial Research*, 30, strony 283–300.
- Gillis, J. S. (1993). Effects of life stress and dysphoria on complex judgments. *Psychological Reports*, 72(3), strony 1355–1363. doi:10.2466/pr0.1993.72.3c.1355

- Gilson, R. J. i Kraakman, R. R. (1984). The Mechanisms of Market Efficiency. *Virginia Law Review*, 70(4), strony 549-644. doi:<https://doi.org/10.2307/1073080>
- Gilson, R. J. i Kraakman, R. R. (2014). Market Efficiency after the Financial Crisis: It's Still a Matter of Information Costs. *Virginia Law Review*, 100(2), strony 313-375. doi:<https://www.jstor.org/stable/24362691>
- Glenzer, F., Grund, H. i Wilde, C. (2014). And lead us not into temptation”: presentation formats and the choice of risky alternatives. *ICIR Working Paper Series*, 6(17).
- Glosten, L. R., Jagannathan, R. i Runkle, D. (1993). On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *Journal of Finance*, 48(5), strony 1779-1801. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x>
- Glushkov, D. i Bardos, K. S. (2012). Importance of catering incentives for growth dynamics. *Journal of Behavioral Finance*, 13(4), strony 259–280. doi:10.1080/15427560.2012.734882
- Goetzmann, W. i Kumar, A. (2008). Equity Portfolio Diversification. *Review of Finance, Forthcoming*.
- Goetzmann, W. N. i Zhu, N. (2005). Rain or Shine: Where is the Weather Effect? *European Financial Management*, 11(5), strony 559–578.
- Goetzmann, W., Kim, D., Kumar, A. i Wang, Q. (2015). Weather-Induced Mood, Institutional Investors, and Stock Returns. *Review of Financial Studies*, 28(1), strony 73-111.
- Goldstein, K. (1972). Weather, mood, and internal-external control. *Perceptual Motor Skills*, 35, str. 786.
- Gourieroux, C. i Monfort, A. (1992). Qualitative Threshold ARCH Models. *Journal of Econometrics*, 52(1-2), strony 159-199. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90069-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90069-4)
- Grable, J. E. i Roszkowski, M. J. (2008). The influence of mood on the willingness to take financial risks. *Journal of Risk Research*, 11(7), strony 905–923. doi:10.1080/13669870802090390
- Graham, J. F., Standaert, E. J., Myers, J. K. i Graham, M. J. (2002). Gender differences in investment strategies: an information processing perspective. *International Journal of Bank Marketing*, 20(1), strony 223-238. doi:<https://doi.org/10.1108/02652320210415953>
- Granger, C. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), strony 424–438. doi:<https://doi.org/10.2307/1912791>
- Grant, J. L. (1997). *Bernard M. Baruch: The Adventures of a Wall Street Legend* (wyd. 1st edition). Wiley.
- Grigoletto, M. i Lisi, F. (2009). Looking for skewness in financial time series. *The Econometrics Journal*, 12(2), strony 310-323. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2009.00281.x>
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics* (wyd. 4th Edition). New York: McGraw-Hill.
- Guler, I. (2007). Throwing good money after bad? Political and institutional influences on sequential decision making in the venture Capital industry. *Administrative Science Quarterly*, 52(2), strony 248-285.
- Gupta, Y. i Ahmed, S. (2016). The impact of psychological factors on investment decision making of investors: an empirical analysis. *International Journal of the Economic and Business Review*, 4(11), strony 40-52. doi:[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00040-X)
- Hachicha, N., Bouri, A. i Chakroun, H. (2007). The herding behaviour and the measurement problems: Proposition of dynamic measure. *Journal of Business and Policy Research*, 3(2), strony 44–63.
- Hackbarth, D. (2008). Managerial traits and Capital structure decisions. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 43(4), strony 843-881. doi:<https://doi.org/10.1017/S002210900001437X>

- Hamilton, J. D. i Susmel, R. (1994). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity and Changes in Regime. *Journal of Econometrics*, 64(1-2), strony 307-333. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90067-1)
- Hamulczuk, M., Grudkowska, S., Gędek, S., Klimkowski, C. i Stańko, S. (2013). *Essential econometric methods of forecasting agricultural commodity prices*. Warszawa: Institute of Agricultural and Food Economics - National Research Institute.
- Hanoch, Y. (2002). Neither an angel nor an ant: Emotion as an aid to bounded rationality. *Journal of Economic Psychology*, 23, strony 1–25.
- Harding, N. i He, W. (2016). Investor mood and the determinants of stock prices: an experimental analysis. *Account Finance*, 56, strony 445-478. doi:<https://doi.org/10.1111/acfi.12098>
- Harvey, A. C., Ruiz, E. i Sentana, E. (1992). Unobserved Component Time Series Models with ARCH Disturbances. *Journal of Econometrics*, 52(1-2), strony 129-157.
- Harvey, C. R. (1995). Predictable risk and returns in emerging markets. *Review of Financial Studies*, 8(3), strony 773–816. doi:10.1093/rfs/8.3.773
- Hassan, E., Shahzeb, F. i Shaheen, M. (2013). Impact of affect heuristic, fear and anger on the decision making of individual investor: A conceptual study. *World Applied Sciences Journal*, 23(4), strony 510-514. doi:10.5829/idosi.wasj.2013.23.04.13076
- Haugen, R. A. (1996). *Teoria nowoczesnego inwestowania*. Warszawa: WIG-Press.
- Haugen, R. A. (1999). *Nowa nauka o finansach: przeciw efektywności rynku*. Warszawa: WIG-Press.
- Hellmann, A. (2016, marzec). The role of accounting in behavioural finance. *Journal of Behavioural and Experimental Finance*, 9, strony 39-42.
- Hersh, S. (2008). *A Behavioral Approach to Asset Pricing*. Academic Press; 2nd Edition.
- Higgins, M. L. i Bera, A. K. (1992). A Class of Nonlinear ARCH Models. *International Economic Review*, 33(1), strony 137-158. doi:<https://doi.org/10.2307/2526988>
- Hirshleifer, D. (2015). Behavioral Finance. *Annual Review of Financial Economics*, 7, strony 133-159. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-financial-092214-043752>
- Hirshleifer, D. i Shumway, T. (2003). Good Day Sunshine: Stock Returns and the Weather. *The Journal of Finance*, 58(3), strony 1009-1032. doi:<https://doi.org/10.1111/1540-6261.00556>
- Hirshleifer, D. i Teoh, S. H. (2003). Limited attention, information disclosure, and financial reporting. *Journal of Accounting and Economics*, 36, strony 337–386. doi:10.1016/j.jacceco.2003.10.002
- Hockey, G. J., John Maule, A., Clough, P. J. i Bdzola, L. (2000). Effects of negative mood states on risk in everyday decision making. *Cognition & Emotion*, 14(6), strony 823-855.
- Hoffmann, A. I., Post, T. i Pennings, J. E. (2015). How investor perceptions drive actual trading and risk-taking behavior. *Journal of Behavioral Finance*, 16(1), strony 94-103. doi:10.1080/15427560.2015.1000332
- Holtz, R. i Miller, N. (1985). Assumed similarity and opinion certainty. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(4), strony 890–898. doi:10.1037/0022-3514.48.4.890
- Hong, H. i Stein, J. C. (2007). Disagreement and the stock market (digest summary). *Journal of Economic Perspectives*, 21(2), strony 109–128. doi:10.1257/jep.21.2.109
- Hong, H., Kubik, J. i Stein, J. (2004). Social Interaction and Stock-Market Participation. *Journal of Finance*, 59(1), strony 137-163.
- Howard, C. T. (2014). Behavioural portfolio management. *Journal of Behavioural Finance and Economics*, strony 1-34.
- Howarth, E. i Hoffman, M. S. (1984). A multidimensional approach to the relationship between mood and weather. *British Journal of Psychology*, 75(1), strony 15-23.

- Hsu, C. C., Kang, S. K. i Lam, T. (2006). Reference group influences among Chinese travelers. *Journal of Travel Research*, 44(4), strony 474-484. doi:<https://doi.org/10.1177/0047287505282951>
- Hu, T.-Y., Xie, X. i Li, J. (2013). Negative or positive? The effect of emotion and mood on risky driving. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 16, strony 29-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.08.009>
- Huberman, G. i Jiang, W. (2006). Offering versus choice in 401(k) plans: equity exposure and number of funds. *Journal of Finance*, 61(2), strony 763-801. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2006.00854.x>
- Hughes, J. S., Liu, J. i Zhang, M. (2010). Overconfidence, under-reaction, and warren Buffett's investments. *Science and Technology*, strony 1-26. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1635061>
- Ianole, R. (2011). Exotic preferences: Behavioral economics and human motivation. *International Journal of Social Economics*, 38(4), strony 408-410. doi:10.1108/03068291111112086
- Isen, A. (2000). Positive affect and decision making. W M. Lewis i J. Haviland-Jones, *Handbook of emotions* (strony 261-277). New York: The Guilford Press.
- Isen, A. M. (2001). An influence of positive affect on decision making in complex situations: Theoretical issues with practical implications. *Journal of Consumer Psychology*, 11(2), strony 75-85. doi:10.5465/AMR.2001.4378011
- Isen, A.M., Shalke, T. E., Clark, M. i Karp, L. (1978). Affect, accessibility of material in memory and behavior: A cognitive loop? *Journal of Personality and Social Psychology*, 36(1), strony 1-12. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-3514.36.1.1>
- İslamoğlu, M., Apan, M. i Ayvalı, A. (2018). Determining the Factors Affecting Individual Investors' Behaviours. *International Journal of Organizational Leadership*, 7, strony 284-299.
- Jacobsen, B. i Marquering, W. (2008). Is it the weather. *Journal of Banking and Finance*, 32(4), strony 526-540.
- Jajuga, K. (2008). Trzydzieści lat współczesnych finansów behawioralnych. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 9, 42-52.
- Jajuga, K. i Jajuga, T. (2006). *Iwestycje*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Jensen, M. C. (1975). Tests of Capital Market Theory and Implications of the Evidence. *Proceedings of a Seminar on the Efficient Market and Random Walk Hypotheses*, strony 1-19. doi:
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), strony 231-254.
- Johnson, E. J. i Tversky, A. (1983). Affect, generalization, and the perception of risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(1), strony 20-31. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.1.20>
- Jones, C. P. (1993). *Investments*. John Wiley & Sons.
- Jurek, M. i Rybacki, R. (2014). Model homo oeconomicus i jego dostosowanie do współczesnych uwarunkowań. *180*, strony 65-75.
- Jurevičienė, D. i Ivanova, O. (2013). Behavioural finance: theory and survey. *Business in XXI century*, 5(1), strony 53-58.
- Kachniewski, M., Majewski, B. i Wasilewski, P. (2008). *Rynek kapitałowy i giełda papierów wartościowych*. Warszawa: Fundacja Edukacji i Rynku Kapitałowego.
- Kahneman, D. i Tversky, A. (1979, marzec). An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), strony 263-291.
- Kahneman, D. i Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*, 47, strony 263-291.

- Kahneman, D. i Tversky, A. (1981). The Framing of Decisions and Psychology of Choice. *Science*(211), strony 453-458.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L. i Thaler, R. (1986). Fairness as a constraint on profit seeking: Entitlements in the market. *American Economic Review*, 76(4), strony 728-741. doi:[https://doi.org/10.1057/9781137409256\\_6](https://doi.org/10.1057/9781137409256_6)
- Kahyaoglu, M. B. (2011). The role of gender on the level of exposure to various emotional and psychological factors affecting investment decisions: An application on the ISE individual stock investors. *Ekonomik ve Sosyal Arařtırmalar Dergisi*, 7(1), strony 29–51.
- Kalra, R. (2009). Financial stress: What is it, how can it be measured, and why does it matter? *Economic Review Second Quarter*, 40(1), strony 5-50. doi:10.2469/dig.v40.n1.29
- Kals, W. S. (1982). *Your Health, Your Moods, and the Weather*. New York: Doubleday.
- Kamstra, M. J., Kramer, L. A. i Levi, M. D. (2000). Losing sleep at the market: the daylight saving anomaly. *American Economic Review*, 90, strony 1005–1011.
- Kamstra, M. J., Kramer, L. A. i Levi, M. D. (2003). Winter blues: a SAD stock market cycle. *The American Economic Review*, 93(1), strony 324-343. doi:10.1257/000282803321455322
- Kang, S. H., Jiang, Z., Lee, Y. i Yoon, S. M. (2010). Weather Effects on the Returns and Volatility of the Shanghai Stock Market. *Physica A*, 389, strony 91-99.
- Kaplanski, G. i Levy, H. (2010). Sentiment and stock prices: the case of aviation. *Journal of Financial Economics*, 95(2), strony 174–201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2009.10.002>
- Kapoor, S. i Prosad, J. M. (2017). Behavioural finance: A review. *Procedia computer science*, 122, strony 50-54.
- Kathiravan, C., Selvam, M., Venkateswar, S. i Balakrishnan, S. (2021). Investor behavior and weather factors: evidences from Asian region. *Annals of Operations Research*, 299, strony 349–373. doi:<https://doi.org/10.1007/s10479-019-03335-7>
- Katkin, E. S., Wiens, S. i Öhman, A. (2001). Nonconscious fear conditioning, visceral perception, and the development of gut feelings. *Psychological Science*, 12(5), strony 366–370. doi:10.1111/1467-9280.00368
- Kaufman, B. E. (1999). Emotional arousal as a source of bounded rationality. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 38, strony 135–144.
- Kaustia, M. i Knupfer, S. (2008). Do investors overweight personal experience? Evidence from IPO subscriptions. *Journal of Finance*, 63, strony 2679–2702.
- Kaustia, M. i Rantapuska, E. (2012). Rational and behavioral motives to trade: Evidence from reinvestment of dividends and tender offer proceeds. *Journal of Banking & Finance*, 36(8), strony 2366-2378.
- Keef, S. P. i Roush, M. L. (2002). The weather and stock returns in New Zealand. *Quarterly Journal of Business & Economics*, 41(1/2), strony 61-79.
- Keef, S. P. i Roush, M. L. (2007). Daily Weather Effects on the Returns of Australian Stock Indices. *Applied Financial Economics*, 17, strony 173-184.
- Keklik, H. (2011). Davranıřsal finans. Pobrano z lokalizacji <http://halilkeklik.blogspot.com/2011/02/davranissalfinans-3-finansal>
- Keller, M. C., Fredrickson, B. L., Ybarra, O., Côté, S., Johnson, K., Mikels, J., . . . Wager, T. (2005). A Warm Heart and a Clear Head: The Contingent Effects of Weather on Mood and Cognition. *Psychological Science*, 16, strony 724–731. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01602.x>
- Kesting, S. (2017). Ken Boulding: The image as a precursor to framing? W R. Frantz, S. H. Chen, K. Dopfer, F. Heukelom i S. Mousavi, *Routledge Handbook of Behavioral Economics* (strony 36-41). New York: Routledge.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan Cambridge University Press, for Royal Economic Society.

- Khan, W., Shaorong, S. i Ullah, I. (2017). Doing business with the poor: The rules and impact of the microfinance institutions. *Economic Research*, 30(1), strony 951–963. doi:<https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1314790>
- Kiplinger's Personal Finance. (2005). *Those dangerous EMOTIONS*. Kiplinger's Personal Finance: Kiplinger Washington Editors Inc.
- Kirchgässner, G. i Wolters, J. (2007). *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Springer.
- Klein, L. R. (1982). *Wykłady z Ekonometrii*. Warszawa: PWE.
- Klimowski, Z. (2002). Znaczenie założeń behawioralnych w ekonomii. *Ekonomista*, 6, strony 833-852.
- Kokinov, B. (2003). Analogy in decision-making, social interaction, and emergent rationality. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(2), strony 167-168. doi:10.1017/S0140525X03370050
- Kongcharoen, C. i Kruangpradit, T. (2013). Autoregressive integrated moving average with explanatory variable (ARIMAX) model for Thailand export. *33rd International Symposium on Forecasting*, (str. 2). Seoul.
- Kossowska-Cezak, U., Martyn, D., Olszewski, K. i Lembowicz, M. (2000). *Meteorologia i klimatologia. Pomiar, obserwacje, opracowania*. Warszawa: PWN.
- Kowalke, K. (2013). Metody wspierające decyzje inwestycyjne na rynku akcji w świetle teorii efektywności rynku i teorii behawioralnej. *Studia Ekonomiczne*, 155, 441-449.
- Krämer, W. i Runde, R. (1997). Stocks and the Weather: An Exercise in Data Mining or Yet Another Capital Market Anomaly? *Empirical Economics*, 22(4), strony 637-641.
- Krivelyova, A. i Robotti, C. (2003). Playing the Field: Geomagnetic Storms and International Stock Markets. *FRB Atlanta Working Paper*.
- Kroll, Y., Levy, H. i Rapoport, A. (1988). Experimental Tests of the Separation Theorem and the Capital Asset Pricing Model. *American Economic Review*, 78(3), strony 500-519.
- Krzyszowiak, J. i Pawlas, K. (2015). Influence of meteorological factors on human body. *Environmental Medicine*, 18(3), strony 47-55.
- Kumari, N. i Sar, A. K. (2017). Recent developments and review in behavioural finance. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(19), strony 235-250.
- Kusideł, E. (2000). *Dane panelowe i modelowanie wielowymiarowe w badaniach ekonomicznych*. Łódź: ABSOLWENT.
- Lambert, C. (2006, marzec-kwiecień). The Marketplace of Perceptions. *Harvard Magazine*.
- Langer, E. J. i Roth, J. (1975). Heads I win, tails it's chance: The illusion of control as a function of the sequence of outcomes in a purely chance task. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32, strony 951–955. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-3514.32.6.951>
- Langevoort, D. C. (2002). Taming the Animal Spirits of the Stock Markets: A Behavioral Approach to Securities Regulation. *Northwestern University Law Review*, 97(1).
- Le Bon, G. (1977). *The Crowd*. New York: Penguin Books.
- Lee, C. J. i Andrade, E. B. (2011). Fear, social projection, and financial decision making. *Journal of Marketing Research*, 48 (Special Issue), strony S121–S129. doi:10.1509/jmkr.48.SPL.S121
- Lee, Y. M. i Wang, K. M. (2011). The effectiveness of the sunshine effect in Taiwan's stock market before and after the 1997 financial crisis. *Economic Modelling*, 28(1-2), strony 710-727.
- Lepori, G. M. (2010). Positive mood, risk attitudes, and investment decisions: Field evidence from comedy movie attendance in the U.S. *SSRN*. doi:10.2139/ssrn.1690476
- Lepori, G. M. (2015). Air pollution and stock returns: Evidence from a natural experiment. *Journal of Empirical Finance*, 35, strony 25-42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2015.10.008>
- Lerner, J. S. i Keltner, D. (2001). Fear, anger and risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(1), strony 146-159. doi:10.1037/0022-3514.81.1.146

- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P. i Kassam, K. S. (2015). Emotion and Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 66, strony 799-823. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Leroy, A. (2004). *Design and Valuation of Wind Derivatives*. Bruxelles: Universite Libre de Bruxelles.
- Levy, O. i Galili, I. (2008). Stock purchase and the weather: Individual differences. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 67(3-4), strony 755-767.
- Li, J., Massa, M. i Zhang, H. (2016). Culture vs. Bias: can social trust mitigate the disposition effect? *C.E.P.R. Discussion Papers*. doi:<https://doi.org/10.2139/ssrn.2865701>
- Lin, H. (2011). Elucidating rational investment decisions and behavioral biases : Evidence from the Taiwanese stock market. *African Journal of Business Management*, 5(5), strony 1630–1631. doi:10.5897/AJBM10.474
- Lin, W. T., Tsai, S. C. i Lung, P. Y. (2013). Investors' herd behavior: Rational or irrational? *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 42(5), strony 755-776. doi:<https://doi.org/10.1111/ajfs.12030>
- Lintner, J. (1965). The valuation of risky assets and the selection of risky investments in stocks portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1), strony 13-37. doi:10.2307/1924119
- Lockard, J. S., McDonald, L. L., Clifford, D. A. i Martinez, R. (1976). Panhandling: Sharing of resources. *Science*, 191, strony 406-408.
- Loewenstein, G. (2000). Emotions in economic theory and economic behavior. *American Economic Review*, 90(2), strony 426-432.
- Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K. i Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 127(2), strony 267–286. doi:<https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267>
- Loewenstein, G. i Sutherland, R. (2014). *The Behavioral Economics Guide 2014*, (A. Samson, Red.) London: BehavioralEconomics.com.
- Loughran, T. i Schultz, P. (2004). Weather, Stock Returns, and the Impact of Localized Trading Behaviour. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39, strony 343–364.
- Lu, J. i Chou, R. K. (2012). Does the weather have impacts on returns and trading activities in order-driven stock markets? Evidence from China. *Journal of Empirical Finance*, 19(1), strony 79-93.
- Lucey, B. M. i Dowling, M. (2005). The role of feeling in investor decision-making. *Journal of Economic Surveys*, 19(2), strony 211-238.
- Lutz, C. (2015). The asymmetric effects of investor sentiment. *Macroeconomic Dynamics*, 20(6), strony 1-27. doi:10.1017/S1365100514000996
- Mackay, C. (1841). *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds* (wyd. 1 ed.). Londyn: Richard Bentley.
- MacKenzie, D. (2006). *An engine, not a camera: how financial models shape markets*. Cambridge: MIT Press.
- Maddala, G. S. (2006). *Ekonometria*. Warszawa: PWN.
- Madrian, B. C. i Shea, D. F. (2001). The power of suggestion: Inertia in 401(k) participation and savings behavior. *Quarterly Journal of Economics*, 117(4), strony 1149–1188. doi:10.1162/003355302753399535
- Majewska, A. (2013). *Instrumenty pochodne jako narzędzia wspomagające zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*. Szczecin: Volumina.pl.
- Majewski, S. (2012). *Wpływ czynników behawioralnych na rynkową wycenę akcji. Ujęcie ilościowe*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Unwersytetu Szczecińskiego.
- Mak, M. K. i Ip, W. (2017). An exploratory study of investment behaviour of investors. *International Journal of Engineering Business Management*. doi:<https://doi.org/10.1177/1847979017711520>



- Makkej, C. (2003). *The most widely-spread delusions and madness of the crowd*. Moscow: Alpina Publisher.
- Malmendier, U. i Nagel, S. (2011). Depression babies: do macroeconomic experiences affect risk-taking? *The Quarterly Journal of Economics*, 126(1), strony 373–416. doi:<https://doi.org/10.1093/qje/qjq004>
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), strony 77-91. doi:10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x
- Matsumoto, A. S., Fernandes, J. B., Chagas, P. C. i Oliveria, N. B. (2013). Overconfidence in individual and group investment decisions. *Journal of International Finance and Economics*, 13(1).
- Matthews, G., Fallon, C. K., Panganiban, A. R., Wohleber, R. W. i Roberts, R. D. (2014). Emotional intelligence, information search and decision-making under stress. *Personality and Individual Differences*, 60, strony 3-22. doi:10.1016/j.paid.2013.07.406
- McAndrew, F. T. (1993). *Environmental Psychology*. A Division of International Thompson Publishing Inc, Brooks/Cole.
- McLean, R. D. i Zhao, M. (2014). The business cycle, investor sentiment, and costly external finance. *The Journal of Finance*, 69(3), strony 1377–1409. doi:10.1111/jofi.12047
- Mehra, R. i Prescott, E. C. (1985). The equity premium: A puzzle. *Journal of Monetary Economics*, 15(2), strony 145-161.
- Mehra, R. i Sah, R. (2002). Mood fluctuations, projection bias, and volatility of equity prices. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(5), strony 869-887. doi:[https://doi.org/10.1016/S0165-1889\(01\)00035-5](https://doi.org/10.1016/S0165-1889(01)00035-5)
- Mentel, G. (2017). *Wartość zagrożona jako instrument zarządzania ryzykiem pogodowym*. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- Mentel, G. i Brożyna, J. (2015). Decay Factor as a determinant of Forecasting Models. *International Journal of Economics and Finance*, 7(1), strony 118-128. doi:10.5539/ijef.v7n1p118
- Michailidis, G., Tsopoglou, S. i Papanastasiou, D. (2006). Testing the capital asset pricing model (CAPM): The case of the emerging Greek securities market. *International Research Journal of Finance and Economics*, 4(1), strony 78–82.
- Mikołajek-Gocejna, M. i Urbaś, T. (2017). Racjonalni inwestorzy zamiast racjonalnych oczekiwań w hipotezie rynku efektywnego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*(481), strony 33-53. doi:10.15611/pn.2017.481.03
- Milhoj, A. (1987). *Simulation and Application of MARCH Models*. Copenhagen: University of Copenhagen.
- Mirji, A. B. i Prasantha, C. (2016). Preference pattern of investors in stock market-a case study of investors in North Karnataka region. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 7(5), strony 50-52. doi:<https://doi.org/10.9790/5933-0705025052>
- Mitchell, M. S. i Ambrose, M. L. (2012). Employees' behavioral reactions to supervisor aggression: An examination of individual and situational factors. *Journal of Applied Psychology*, 97(6), strony 1148–1170. doi:10.1037/a0029452
- Mitroi, A. i Oproiu, A. (2014). Behavioral Finance: New Research Trends, Socioeconomics and Investor Emotions. *Theoretical and Applied Economics*, XXI(4(593)), strony 153-166.
- Molin, J., Mellerup, E., Bolwig, T., Scheike, T. i Dam, H. (1996). The influence of climate on development of winter depression. *Journal of Affective Disorders*, 37, strony 151-155. doi:10.1016/0165-0327(95)00090-9
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital market. *Econometrica*, 34(4), strony 768–783. doi:10.2307/1910098
- Muhlack, N., Soost, C. i Henrich, C. J. (2022). Does Weather Still Affect The Stock Market?: New Insights Into The Effects Of Weather On Returns, Volatility, And Trading Volume.

- Schmalenbach Journal of Business Research*, 74(1), strony 1–35.  
doi:<https://doi.org/10.1007/s41471-021-00125-5>
- Müller, U. A., Dacorogna, M. M., Dave, R. D., Olsen, R. B., Pictet, O. V. i Weizsäcker, J. E. (1995). *Volatilities of Different Time Resolutions. Analysing the Dynamics of Market Components*. Zürich: Preprint O&A.
- Murphy, J. J. (1999). *Analiza techniczna rynków finansowych*. Warszawa: WIG PRESS.
- Nahotko, S. (1997). *Ryzyko ekonomiczne w działalności gospodarczej*. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o.
- Narayanamoorthy, V., Dharani, M. i Muruganandan, S. (2015). Impact of Weather on Return and Volatility: Evidence from Indian Stock Market. *International Journal of Financial Management*, 5(2), strony 44-51.
- Nelson, D. (1991). Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), strony 347-370. doi:<https://doi.org/10.2307/2938260>
- Nofsinger, J. R. (2005). Social mood and financial economics. *The Journal of Behavioural Finance*, 6(3), strony 144-160.
- Nofsinger, J. R. (2005). *The psychology of investing* (wyd. Second Edition). Pearson Education Hall.
- Norris, W. A. i Wollert, T. N. (2011). Stress and decision making. *FLETC training research branch/homeland security*. doi:[doi:10.1109/ICSIP.2014.75](https://doi.org/10.1109/ICSIP.2014.75)
- Novak, J. i Peter, D. (2011). CAPM beta, size, book-to-market, and momentum in realized stock returns. *Finance a Uver: Czech Journal of Economics & Finance*, 61(1), strony 447–460.
- Nuñez, N., Schweitzer, K., Chai, C. A. i Myers, B. (2015). Negative emotions felt during trial: The effect of fear, anger, and sadness on juror decision making. *Applied Cognitive Psychology*, 29(2), strony 200-209. doi:[10.1002/acp.3094](https://doi.org/10.1002/acp.3094)
- O'Hagan, A. (2004). *Bayesian statistics: principles and benefits*. Wageningen UR Frontis Series 3.
- Odean, T. (1985). Do investors trade too much? *American Economic Review*, 89, str. 1279–1298.
- Ogrodnik, M. (2013). *Prognozy meteorologiczne. Powstawanie, rodzaje, interpretacja*. Warszawa: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Państwowy Instytut Badawczy.
- Osborne, M. J. i Rubinstein, A. (1994). *A course in game theory*. Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press.
- Ostasiewicz, S. (1989). *Ekonometria. Technologia ekonometrycznego przetwarzania informacji*. Warszawa: PWE.
- Papper, G. (2006). *The Liquidity Theory of Asset Prices* (wyd. 1st edition). The Wiley Finance Series.
- Pardo, A. i Valor, E. (2003). Spanish stock returns: where is the weather effect? *European Financial Management*, 9, strony 117–126.
- Pedroni, P. (2001, November). Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels. *The Review of Economics and Statistics*, 83(4), strony 727-731.
- Persinger, M. A. (1975). Lag responses in mood Reports to changes in the weather matrix. *International Journal of Biometeorology*, 19(2), strony 108-114.
- Petty, R. E., Gleicher, F. i Baker, S. M. (1991). Multiple roles for affect in persuasion. W J. P. Forgas, *International series in experimental social psychology. Emotion and social judgments* (strony 181–200). Oxford: Pergamon Press.
- Pham, M. T. (2007). Emotion and rationality: a critical review and interpretation of empirical evidence. *Review Of General Psychology*, 11(2), strony 155-178. doi:<https://doi.org/10.1037/1089-2680.11.2.155>
- Pinegar, J. M. (2002). Losing sleep at the market: comment. *American Economic Review*, 92, strony 1251–1256.

- Piontek, K. (2004). Zastosowanie modeli klasy ARCH do opisu własności szeregu stóp zwrotu indeksu WIG. *I4(1021)*, 152-169.
- Plutchik, R. i Kellerman, H. (1989). *The measurement of emotions*. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Poskrobko, T. (2016). Ekonomia behawioralna w kształtowaniu polityki rozwoju krajów słabo rozwiniętych. W P. Kulawczyk i A. Poszewicki, *Wpływ oddziaływań behawioralnych na rozwój małych i średnich przedsiębiorstw* (strony 603-618). Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Preś, J. (2007). *Zarządzanie ryzykiem pogodowym*. Warszawa: Wydawnictwa Fachowe CeDeWu.
- Qasim, M., Hussain, R. Y., Mehboob, I. i Arshad, M. (2019). Impact of herding behavior and overconfidence bias on investors' decision-making in Pakistan. *Accounting*, 5, strony 81-90. doi:10.5267/j.ac.2018.07.001
- Rabin, M. (1993). Incorporating Fairness into Game Theory and Economics. *The American Economic Review*, 83(5), strony 1281-1302.
- Radua, J., Pertusa, A. i Cardoner, N. (2010). Climatic relationships with specific clinical subtypes of depression. *Psychiatry Research*, 175(3), strony 217-220.
- Raiffa, H. (1968). *Decision analysis; introductory lectures on choices under uncertainty*. Mass: Reading, Addison-Wesley.
- Rashid, A., Fayyaz, M. i Karim, M. (2017). Investor sentiment, momentum, and stock returns: an examination for direct and indirect effects. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), strony 2638-2656. doi:https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1650652
- Reilly, F. K. i Brown, K. C. (2001). *Analiza inwestycji i zarządzania portfelem* (Tom I). Warszawa: PWE.
- Ricciardi, V. i Simon, H. K. (2000, Fall). What is Behavioral Finance? *Business, Education and Technology Journal*, strony 1-9.
- Rind, B. (1996). Effects of beliefs about weather conditions on tipping. *Journal of Applied Social Psychology*, 26(2), strony 137-147.
- Ritter, J. (2003). Behavioral finance. *Pacific-Basin Finance Journal*, 11(4), strony 429-437.
- Rizvi, S. i Fatima, A. (2015). Behavioral finance: a study of correlation between personality traits with the investment patterns in the stock market. W S. Chatterjee, N. Singh, D. Goyal i N. Gupta, *Managing in recovering markets* (strony 143-155). New Delhi: Springer.
- Romer, P. (2000). Thinking and Feeling. *American Economic review*, 90(2), strony 439-443.
- Rotton, J. i Frey, J. (1985). Air pollution, weather, and violent crimes: Concomitant time-series analysis of archival data. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(5), strony 1207-1220.
- Ruppert, D. (2011). *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering*. Springer.
- Rusting, C. L. (1998). Personality, mood, and cognitive processing of emotional information: Three conceptual frameworks. *Psychological Bulletin*, 124(2), strony 165-196. doi:10.1037/0033-2909.124.2.165
- Sariannidis, N., Giannarakis, G. i Partalidou, X. (2016). The effect of weather on the European stock market: The case of Dow Jones Sustainability Europe index. *International Journal of Social Economics*, 43(9), strony 943-958. doi:https://doi.org/10.1108/IJSE-04-2015-0079
- Saunders, E. M. (1993). Stock prices and the Wall Street weather. *American Economic Review*, 83, strony 1337-1345.
- Scharfstein, D. S. i Stein, J. C. (1990). Herd behaviour and investment. *The American Economic Review*, 80(3), strony 465-479.
- Schmeidler, D. (1989). Subjective Probability and Expected Utility without Additivity. *Econometrica*, 57(3), strony 571-587.

- Schmitt-Beck, R. (2015). Bandwagon effect. W G. Mazzoleni, K. G. Barnhurst, K. Ikeda, R. M. Maia i H. Wessler, *The international encyclopedia of political communication* (strony 1-5). Hoboken/New York: Wiley-Blackwell.
- Schneider, F. W., Lesko, W. A. i Garrett, W. A. (1980). Helping behaviour in hot, comfortable and cold temperatures: a field study. *Environment and Behaviour*, 12(2), strony 231-240.
- Schwartz, R. (1998). *Equity Markets: Structure, Trading and Performance*. Harper & Row.
- Schwartz, R. A. i Francioni, R. (2004). *Equity Markets In Action: The Fundamental of Market Structure and Trading*. New Jersey: John Wiley.
- Schwarz, N. (1990). Feelings as information: Informational and motivational functions of affective states. W R. Sorrentino i E. T. Higgins, *Handbook of Motivation and Cognition*, (Tom 2, strony 527–561). New York: Guildford Press.
- Schwarz, N. i Bless, H. (1991). Happy and mindless, but sad and smart? The impact of affective states on analytic reasoning. *Emotion and Social Judgments*, 24, strony 55-71.
- Schwarz, N. i Clore, G. (2003). Mood as information: 20 years later. *Psychological Inquiry*, 14(3), strony 296–303. doi:10.1207/s15327965pli1403&4\_20
- Schwarz, N. i Clore, G. L. (1983). Mood, misattribution, and judgments of well-being: Informative and directive functions of affective states. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(3), strony 513-523. doi:https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.3.513
- Schwert, G. W. (1989). Why Does Stock Market Volatility Change Over Time? *The Journal of Finance*, 44, strony 1115-1153. doi:https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb02647.x
- Sentana, E. (1991). *Quadratic ARCH Models: A Potential Re-interpretation of ARCH Models*. Londyn: London School of Economics.
- Seru, A., Shumway, T. i Stoffman, N. (2010). Learning by trading. *Review of Financial Studies*, 23(2), strony 705–839.
- Sewell, M. (2010). Behavioural finance. *University of Cambridge*, strony 1-14.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Assets Prices: A theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19(3), strony 425-442.
- Shefrin, H. (2000). *Beyond Greed and Fear. Understanding Behavioural Finance and the Psychology of Investing*. Boston: Harvard Business School Press.
- Shefrin, H. (2001). Behavioral corporate finance. *Journal of Applied Corporate Finance*, 14(3), strony 113-126. doi: https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2001.tb00443.x
- Shefrin, H. (2005). *A Behavioral Approach to Asset Pricing*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Shefrin, H. (2015). Investors' judgments, asset pricing factors and sentiment. *European Financial Management*, 21(2), strony 205–227. doi:10.1111/eufm.12059
- Shefrin, H. i Statman, M. (1985). The disposition to sell winners too early and ride losers too long: Theory and evidence. *Journal of Finance*, 40(3), strony 777–790. doi:10.2307/2327802
- Shefrin, H. i Statman, M. (2013). Behavioral finance in the financial. W A. Blinder, A. Lo i R. Solow, *Rethinking the financial crisis* (strony 99–135). New York: Sage Foundation.
- Sheikh, M. F., Shah, S. A. i Mahmood, S. (2017). Weather effects on stock returns and volatility in South Asian market. *Asia-Pacific Financial Markets*, 24(2), strony 75-107. doi:https://doi.org/10.1007/s10690-017-9225-2
- Shiller, R. J. (1981, June). Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *The American Economic Review*, 71(3), strony 421-436.
- Shiller, R. J. (1987). Investor Behavior in the October 1987 Stock Market Crash: Survey Evidence. *NBER Working Paper*.
- Shiller, R. J. (2000). *Irrational Exuberance*. New Jersey: Princeton University Press.
- Shiller, R. J. (2003). From efficient markets theory to behavioral finance. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), strony 83–104. doi:10.1257/089533003321164967

- Shim, H., Kim, H., Kim, J. i Ryu, D. (2015). Weather and stock market volatility: case of a leading emerging market. *Applied Economics Letters*, 22(12), strony 987-992. doi:10.1080/13504851.2014.993129
- Shiv, B., Loewenstein, G., Bechara, A., Damasio, H. i Damasio, A. R. (2005). Investment behavior and the negative side of emotion. *Psychological Science*, 16(6), strony 435-439. doi:10.1111/j.0956-7976.2005.01553.x
- Shleifer, A. (2000). *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioural Finance*. Oxford: Oxford University Press UK.
- Shleifer, A. (2004). Does competition destroy ethical behavior? *American Economic Review*, 94(2), strony 414-418.
- Shu, H. C. (2010). Investor mood and financial markets. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 76(2), strony 267-282. doi:https://doi.org/10.1016/j.jebo.2010.06.004
- Shu, H. C. i Hung, M. W. (2009). Effect of wind on stock market returns: evidence from European markets. *Applied Financial Economics*, 19(11), strony 893-904. doi:https://doi.org/10.1080/09603100802243766
- Silva, P. i Almeida, L. (2011). Weather and Stock Markets: Empirical Evidence from Portugal. *MPRA Paper*, 54119.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, strony 99-118.
- Simon, H. A. (1986, October). Rationality in Psychology and Economics. *The Journal of Business*, 59(2), strony S209-S224.
- Sinclair, R. C. i Mark, M. M. (1995). The effects of mood state on judgmental accuracy: Processing strategy as a mechanism. *Cognition and Emotion*, 9(5), strony 417-438. doi:https://doi.org/10.1080/02699939508408974
- Slovic, P., Finucan, M., Peters, E. i MacGregor, D. G. (2007, March 16). The affect heuristic. *European Journal of Operational Research*, 177(3), strony 1333-1352. doi:https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.04.006
- Slovic, P., Finucane, M., Peters, E. i MacGregor, D. G. (2002). Rational actors or rational fools: Implications of the effects heuristic for behavioral economics. *Journal of Socio-Economics*, 31(4), strony 329-342.
- Small, D. A. i Lerner, J. S. (2008). Emotional policy: Personal sadness and anger shape judgments about a welfare case. *Political Psychology*, 29(2), strony 149-168. doi:10.1111/j.1467-9221.2008.00621.x
- Smith, A. (1759). *Teoria uczuć moralnych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1989.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Hamilton: McMaster University Archive for the History of Economic Thought.
- Smith, V. (1962). An experimental study of competitive market behavior. *Journal of Political Economy*, 70, strony 111-137.
- Sofianos, G. (2001). *Trading and market structure research*. Goldman Sachs.
- Sopoćko, A. (2010). *Rynkowe instrumenty finansowe*. Warszawa: PWN.
- Speelman, C. P., Clark-Murphy, M. i Gerrans, P. (2013). Decision making clusters in retirement savings: gender differences dominate. *Journal of Family and Economic Issues*, 34, strony 329-339. doi:https://doi.org/10.1007/s10834-012-9334-z
- Starcke, K. i Brand, M. (2012). Decision making under stress: A selective review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(4), strony 1228-1248. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.02.003
- Statman, M. (2008). *What Is Behavioural Finance?* Hoboken: John Wiley & Sons.
- Statman, M. (2014). Behavioral finance: Finance with normal people. *Borsa Istanbul Review*, 14(2), strony 65-73. doi:10.1016/j.bir.2014.03.001

- Statman, M., Fisher, K. L. i Anginer, D. (2008). Affect in a behavioral asset-pricing model. *Financial Analysts Journal*, 6(2), strony 20–29. doi:10.2469/faj.v64.n2.8
- Stjepanović, S. i Mihić, L. (2018). Behavioural Economy and Its Future. W O. Arsenijević, I. Podbregar, P. Šprajc, D. Trivan i Y. Ziegler, *Behavioral Economy and Its Future. ORGANIZACIJA IN NEGOTOVOSTI V DIGITALNI DOBI ORGANIZATION AND UNCERTAINTY IN THE DIGITAL AGE* (Tom 1005).
- Stoll, H. R. (1992). Principles of trading market structure. *Journal of Financial Services Research*, 6, strony 75-106.
- Sullivan, R., Timmerman, A. i White, H. (2001). Dangers of data mining: the case of calendar effects in stock returns. *Journal of Econometrics*, 105, strony 249–286.
- Syczewska, E. M. (2014). Przyczynowość w sensie Grangera - wybrane metody. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, XV(4), strony 169-180.
- Symeonidis, L., Daskalakis, G. i Markellos, R. N. (2010). Does the weather affect stock market volatility? *Finance Research Letters*, 7(4), strony 214-223. doi:https://doi.org/10.1016/j.frl.2010.05.004
- Szafran, J. (2014). (Nie) tylko: za ile? Motywacja jako lement nowoczesnego zarządzania szkołą. *Studia Edukacyjne*, 32, 147-167.
- Szarzec, K. (2003). Koncepcje racjonalności działania gospodarczego w teorii ekonomii. *Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny*(3), strony 155-169.
- Szyszka, A. (2009). Behawioralne aspekty kryzysu finansowego. *Bank i Kredyt*, 40(4), 5-30.
- Szyszka, A. (2009). *Finanse behawioralne. Nowe podejście do inwestowania na rynku kapitałowym*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Tarczyński, W. i Kunasz, M. (2002). *Rynek kapitałowy - co inwestor wiedzieć powinien*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Tarczyński, W. i Łuniewska, M. (2004). *Dywersyfikacja ryzyka na polskim rynku kapitałowym*. Warszawa: PLACET.
- Tarczyński, W. i Zwolankowski, M. (1999). *Inżynieria finansowa. Instrumentarium, strategie, zarządzanie ryzykiem*. Warszawa: Placet.
- Tarczyński, W., Majewski, S., Tarczyńska-Łuniewska, M., Majewska, A. i Mentel, G. (2021). The Impact of Weather Factors on Quotations of Energy Sector Companies on Warsaw Stock Exchange. *Energies*, 14(6). doi:https://doi.org/10.3390/en14061536
- Taylor, S. J. (1986). *Modeling Financial Time Series*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.
- Thaler, R. (1980). Toward a Positive Theory of Consumer Choice. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1(1), strony 39-60.
- Thaler, R. H. (1993). *Advances in Behavioral Finance* (Tom 1). New York: Russell Sage Foundation.
- Thaler, R. M. i Shefrin, H. M. (1988). The Behavioural Life-Cycle Hypothesis. *Economics Inquiry*, 26(4).
- Theissen, E. (2007). An analysis of private investors' stock market return forecasts. *Applied Financial Economics*, 17(1), strony 35-43.
- Thiel, S. (2010). *Rynek kapitałowy i terminowy*. Warszawa: CEDUR, Komisja Nadzoru Finansowego.
- Tiedens, L. Z. i Linton, S. (2001). Judgment under emotional certainty and uncertainty: The effects of specific emotions on information processing. *Journal of Personality & Social Psychology*, 81(6), strony 973–988. doi:10.1037/0022-3514.81.6.973
- Toda, H. Y. i Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), strony 225-250. doi:https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8

- Tomer, J. F. (2007). What is Behavioral Economics? *The Journal of Socio-Economics*, 36, strony 463-464.
- Trombley, M. A. (1997). Stock Prices and Wall Street Weather: Additional Evidence. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 36(3), strony 11-21.
- Trueman, B. (1988, marzec). A Theory of Noise Trading in Securities Markets. *The Journal of Finance*, 43(1), strony 83-95. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1988.tb02590.x>
- Tufan, E. i Hamarat, B. (2004). Do Cloudy Days Affect Stock Exchange Returns?: Evidence from Istanbul Stock Exchange. *Journal of Naval Science and Engineering*, 2(1), strony 117-126.
- Tuna, G. (2014). Analyzing Weather Effect on Istanbul Stock Exchange: An Empirical Analysis for 1987-2006 Period. *Economics and Finance Review*, 3(8), strony 17-25.
- Uhl, M. W. (2014). Reuter's sentiment and stock returns. *Journal of Behavioral Finance*, 15(4), strony 287-298. doi:10.1080/15427560.2014.967852
- Useem, M., Cook, J. i Sutton, L. (2005). Developing leaders for decision making under stress: Wildland firefighters in the south canyon fire and its aftermath. *Academy of Management Learning and Education*, 4(4), strony 461-485. doi: doi:10.5465/amle.2005.19086788
- Usul, H., Bekçi, İ. i Eroğlu, A. H. (2002). Socio-economic factors affecting the acquisition of stocks of individual investors. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19, strony 135-150.
- Van Campenhout, G. i Verhestraeten, J. F. (2010). Herding behavior among financial analysts: A literature review. *Hub Research Paper Economics and Management*, 39, strony 1-14.
- Verardo, M. (2009). Heterogeneous beliefs and momentum profits. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(4), strony 795-822. doi:10.1017/S0022109009990214
- Vihanto, M. (2006). Tunteet ovat tulleet kansantaloustieteeseen. *Ekonomi*, 6(7), strony 30-31.
- Viswanathan, P. N. i Krishnamurti, C. R. (1989). Effects of temperature and humidity on ecotoxicology of chemicals. W P. Bourdeau, J. A. Haines, W. Klein i C. R. Krishnamurti, *Ecotoxicology and Climate with Special Reference to Hot and Cold Climates* (strony 139-154). New York: John Wiley & Sons.
- Vlady, S., Tufan, E. i Hamarat, B. (2011). Causality Of Weather Conditions In Australian Stock Equity Returns. *Revista Tinerilor Economisti*, 1(16), strony 194-187.
- Wais, P. (2016, April). Two and tree-parameter Weibull distribution in available wind power analysis. *Renewable Energy*, 103, 15-29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.041>
- Wang, Y. i Yu, C. (2015). Social interaction-based consumer decision-making model in social commerce: The role of word of mouth and observational learning. *International Journal of Information Management*, 37(3), strony 179-189. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2015.11.005
- Wang, Y., Lin, C. T. i Lin, J. D. (2012). Does Weather Impact the Stock Market? Empirical Evidence in Taiwan. *Qual Quant*, 46, strony 695-703.
- Wärneryd, K. E. (2004). Psychologia i ekonomia. W T. Tyszka, *Psychologia ekonomiczna* (str. 26). Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Watson, D. (2000). *Mood and temperature*. New York: Guilford Press.
- Watson, D. i Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98, strony 219-235.
- Weber, M. i Camerer, C. (1998). The disposition effect in securities trading: An experimental analysis. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 32(2).
- Welfe, A. (2009). *Ekonometria. Metody i ich zastosowanie*. Warszawa: PWE.
- Wilson, T. D. i Schooler, J. W. (1991). Thinking too much: Introspection can reduce the quality of preferences and decisions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(2), strony 181-192. doi:10.1037//0022-3514.60.2.181
- Worthington, A. (2009). An Empirical Note on Weather Effects in the Australian Stock Market. *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 28(2), strony 148-154.

- Wright, W. F. i Bower, G. H. (1992). Mood effects on subjective probability assessment. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 52(2), strony 276–291. doi:[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(92\)90039-A](https://doi.org/10.1016/0749-5978(92)90039-A)
- Wu, P. C., Liu, S. Y. i Chen, C. Y. (2016). Re-examining risk premiums in the Fama–French model: The role of investor sentiment. *The North American Journal of Economics and Finance*, 36(4), strony 154–171. doi:10.1016/j.najef.2015.12.002
- Yang, C.-Y., Jhang, L.-J. i Chang, C.-C. (2016). Do investor sentiment, weather and catastrophe effects improve hedging performance? Evidence from the Taiwan options market. *Pacific-Basin Finance Journal*, 37(C), strony 35-51.
- Yechiam, E., Druyvan, M. i Ert, E. (2008). Observing others' behaviour and risk taking in decisions from experience. *Judgment and Decision Making*, 3(7), strony 493-500.
- Yoon, S. M. i Kang, S. H. (2009). Weather effects on returns: evidence from the Korean stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388, strony 682–690.
- Yuan, K., Zheng, L. i Zhu, Q. (2006). Are investors moonstruck? Lunar phases and stock returns. *Journal of Empirical Finance*, 13, strony 1-23.
- Yuen, K. L. i Lee, T. C. (2003). Could mood state affect risk-taking decisions? *Journal of Affective Disorders*, 75(1), strony 11-18. doi:10.1016/S0165-0327(02)00022-8
- Zadorozhna, O. (2009). Does Weather Affect Stock Returns Across Emerging Markets? *MA Thesis in Economics Kyiv School of Economics*.
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35(2), strony 151-175. doi:<https://doi.org/10.1037/0003-066X.35.2.151>
- Zakoian, J. -M. (1990). *Threshold Heteroskedastic Models*. Paris: CREST, INSEE.
- Zalega, T. (2015). Ekonomia behawioralna jako nowy nurt ekonomii - zarys problematyki. *Studia i Materiały*, 1/2015(18), 7-25.
- Zhang, C. (2008). *Defining, modeling, and measuring investor sentiment. Working paper, Department of Economics*. Berkeley: University of California.
- Zhang, Y. i Zheng, X. A. (2015). A study of the investment behavior based on behavioral finance. *European Journal of Business and Economics*, 10, strony 1-5.
- Zhou, W. X. i Sornette, D. (2006). Fundamental factors versus herding in the 2000–2005 US stock market and prediction. *Physica A*, 360, strony 459–482.
- Zielonka, P. (2019). *Gięlda i psychologia. Behawioralne aspekty inwestowania na rynku papierów wartościowych*. Warszawa: CeDeWu.



## Spis tabel

Tabela 1.1. Struktura rynku finansowego.....	14
Tabela 1.2. Kryteria charakteryzujące rynek giełdowy i pozagiełdowy.....	16
Tabela 1.3. Struktura rynku akcji. ....	26
Tabela 2.1. Przegląd teorii ekonomii behawioralnej ze szczególnym uwzględnieniem finansów behawioralnych .....	39
Tabela 2.2. Klasyczne i behawioralne elementy teorii finansów .....	45
Tabela 3.1. Przegląd badań literaturowych odnośnie czynników pogodowych i zależności giełdowych .....	75
Tabela 3.2. Rodzaje modeli ekonometrycznych.....	80
Tabela 4.1. Wartości wybranych parametrów rozkładu temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w °C w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych .....	98
Tabela 4.2. Testy normalności rozkładów temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych .....	99
Tabela 4.3. Wartości wybranych parametrów rozkładu usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w godz. w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych .....	101
Tabela 4.4. Testy normalności rozkładów usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych .....	102
Tabela 4.5. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.....	106
Tabela 4.6. Testy normalności rozkładów średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.....	107
Tabela 4.7. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniej dobowej wilgotności względnej [%] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.....	109
Tabela 4.8. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych .....	112
Tabela 4.9. Własności czynników pogodowych - podsumowanie. ....	113
Tabela 4.10. Koncepcje modelowania wartości zagrożonej – zalety i wady. ....	116
Tabela 5.1. Wyniki testów stacjonarności analizowanych giełdowych szeregów czasowych. ....	125
Tabela 5.2. Wyniki testów stacjonarności analizowanych pogodowych szeregów czasowych. ...	127
Tabela 5.3. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego.....	131
Tabela 5.4. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od jednookresowego opóźnienia stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego. ....	136
Tabela 5.5. Wyniki testu przyczynowości VAR dla wolumenu obrotu i czynników pogodowych.....	141
Tabela 5.6. Wyniki testu przyczynowości VAR dla stopy zwrotu i niestacjonarnych czynników pogodowych.....	151
Tabela 5.7. Modele klasy ARCH. ....	159

Tabela 5.8. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: stopa zwrotu). .....	163
Tabela 5.9. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: wolumen obrotu). .....	169
Tabela 5.10. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju stosowanych metod. ....	177
Tabela 5.11. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju lokalizacji spółki giełdowej.....	179
Tabela 5.12. Częstotliwość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju sektorowym. ....	180
Tabela 5.13. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek – lokalizacja stacji pogodowej Warszawa (zmienna zależna: stopa zwrotu).....	182
Tabela 5.14. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek – lokalizacja stacji pogodowej Warszawa (zmienna zależna: wolumen obrotu). ....	186
Tabela 5.15. Analiza porównawcza istotności czynników pogodowych w modelowaniu stóp zwrotu w przekroju różnych lokalizacji stacji pogodowych. ....	190

## Spis rysunków

Rysunek 1.1. Poziomy efektywności rynku..	20
Rysunek 1.2. Uczestnicy rynku kapitałowego.....	27
Rysunek 1.3. Proces transakcyjny - schemat.....	28
Rysunek 1.4. Podstawowe kategorie instrumentów rynku kapitałowego. ....	30
Rysunek 2.1. Periodyzacja podejść do analizy wpływu czynników behawioralnych na zarządzanie podmiotami gospodarczymi. ....	37
Rysunek 2.2. Interdyscyplinarność finansów behawioralnych.....	47
Rysunek 2.3. Czynniki behawioralne wpływające na decyzje finansowe.....	52
Rysunek 2.4. Funkcja użyteczności D. Kahnemana i A. Tversky'ego. ....	56
Rysunek 2.5. Czynniki wpływające na decyzję inwestycyjną. ....	56
Rysunek 3.1. Czynniki behawioralne w procesie podejmowania decyzji.....	67
Rysunek 3.2. Mapa stanów emocjonalnych na giełdzie (afekty - ekspresja emocji)..	73
Rysunek 3.3. Miejsce ekonometrii. ....	77
Rysunek 3.4. Etapy analizy ekonometrycznej.....	80
Rysunek 3.5. Modele podejmowania decyzji. ....	82
Rysunek 4.1. Sieć stacji synoptycznych w Polsce (I i II rzędu). ....	93
Rysunek 4.2. Organizacja sieci meteorologicznej w Polsce.....	94
Rysunek 4.3. Schemat opracowywania prognoz pogodowych. ....	96
Rysunek 4.4. Funkcja autokorelacji dla dobowej temperatury powietrza dla miasta Szczecin i Rzeszów w latach 2015-2020. ....	100
Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla dobowych wartości usłonecznienia dla miasta Kołobrzeg i Katowice w latach 2015-2020.....	103
Rysunek 4.6. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych prędkości wiatru [m/s] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020.....	104
Rysunek 4.7. Rozkład przeciętnej dobowej prędkości wiatru w Gorzowie Wielkopolskim oraz Kielcach w latach 2015-2020 wraz z dopasowaną krzywą rozkładu Weibulla. ....	105
Rysunek 4.8. Funkcja autokorelacji dla dobowej prędkości wiatru dla miasta Gorzów Wielkopolski oraz Kielce w latach 2015-2020. ....	105
Rysunek 4.9. Wykres funkcji gęstości rozkładu GED oraz $t$ -Studenta w relacji do rozkładu normalnego. ....	108
Rysunek 4.10. Funkcja autokorelacji dla średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla miasta Zielona Góra oraz Olsztyn w latach 2015-2020.....	109
Rysunek 4.11. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych wartości wilgotności względnych [%] dla stacji synoptycznych Elbląg, Lesko, Częstochowa w latach 2015-2020.....	111
Rysunek 4.12. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wilgotności względnej [%] dla stacji meteorologicznej Elbląg oraz Lesko w latach 2015-2020.....	111
Rysunek 4.13. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla stacji meteorologicznej Gdańsk oraz Bielsko-Biała w latach 2015-2020. ....	113
Rysunek 4.14. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> (dolne i górne granice) dla temperatury Szczecina uzyskane za pomocą modelu RiskMetrics Normal Drift oraz symulacji Monte Carlo w roku 2020.....	118
Rysunek 4.15. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics Normal Drift) dla dziennych wartości temperatury w Szczecinie ( $h=100$ ).....	119

Rysunek 5.1. Przykładowe funkcje reakcji wolumenu obrotu dla spółki Będzin-Poznań na impuls: (a) sumy dobowej opadów; (b) czas trwania opadu deszczu.....	151
Rysunek 5.2. Przykładowe funkcje reakcji stopy zwrotu dla spółki Skotan-Katowice na impuls: (a) usłonecznienie; (b) średnia dobowa wilgotność względna. ....	151
Rysunek 5.3. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu oraz stopy zwrotu w przekroju stosowanych metod (OLS i VAR).....	157
Rysunek 5.4. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do stopy zwrotu - analiza ARCH.....	169
Rysunek 5.5. Częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu - analiza ARCH. ....	176
Rysunek 5.6. Porównanie częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do stóp zwrotu - analiza ARCH – dla różnych wariantów lokalizacji stacji pogodowych.....	193
Rysunek 5.7. Porównanie częstości (krotności) występowania istotnych oddziaływań czynników pogodowych w relacji do wolumenu obrotu - analiza ARCH – dla różnych wariantów lokalizacji stacji pogodowych.....	194

## Summary

The traditional financial theory holds that the stock market is fundamentally rational and reflects only information that is relevant to asset valuation. Investors usually rationally behave when making investment decisions, and the consequence of their choices is the optimal weight of the portfolio, which is the result of applying the classic compromise between risk and rate of return in relation to the classic MV (mean-variance) analysis known as the effective frontier from the theory of H. Markowitz (1952). These are fundamental lessons from both Markowitz's (1952) portfolio theory and Sharpe's (1964) Capital Asset Pricing Model (CAPM). However, Lucey B.M. and Dowling M. (2005) argue that the perspective presented in classic works is inconsistent with reality, mainly because it ignores the influence of investor mood on such decision-making processes.

In recent years, scientists have found that psychological factors significantly affect the investors' financial decisions in capital markets, which relates to both, the frequency and size of trades and rates of return. Many financial studies show that when people feel good about good weather, they feel optimistic about their future prospects. Some argue that people are less risk-tolerant when the days get shorter, which is associated with seasonal affective disorder.

The relationship between weather, mood, and investors' decision-making processes has been the subject of extensive research, and although weather is one of the most important environmental factors affecting our daily lives, there is still a debate in the literature about its impact on mood. Although not all researchers get the same results, the topic is important. This is because there is a constant question of which weather variables impact on rates of return and which do not. Although there is rich literature on this subject, no comparative research has been conducted on a larger scale to determine the impact of weather on stock returns in countries such as Poland.

The conception of the present study was therefore based on this research gap. As already mentioned in its introduction, that was the primary reason prompting the Author to write it was the desire to verify global research in Polish stock market conditions. The research carried out, on the other hand, was intended to test what had already been developed in the field of behavioural finance under domestic market conditions. The aim was not to create new methods of causality testing but to implement existing methods. In addition, the desire to select optimal solutions was another consideration faced by the Author.

The research carried out is therefore concerned with the concept of analysing the relationship between weather determinants and stock market instruments in the form of stock returns and trading volumes of companies included in the energy and fuel sector of the Warsaw Stock Exchange. The analysis of the impact of meteorological factors on the stock market is, in this case, in two stages and concerns the period 2015-2020.

The first verification phase is a co-integration study to assess the long-run equilibrium path between the time series and to show that the difference between the processes is virtually constant over time. This is a relevant difference from the interdependence analysis as it speaks of a long-term reciprocal relationship. Two classic approaches in this field were used in the dissertation to test the discussed phenomenon,

namely the Engle-Granger method (Engle and Granger, 1987) and the Johansen method (Johansen, 1988). Since both concepts require non-stationarity of time series, an analysis of the occurrence of the unit root was also carried out using the *ADF* test (*Augmented Dickey-Fuller test*) and the *KPSS* test (*Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shine test*) (Maddala, 2006). As a result, the proper analysis was made, additionally strengthening it with the estimates of the *VAR* model (*Vector Autoregressive model*). This type of approach was intended to confirm the indications of the co-integration models and thus strengthen the analyses. In the case of stationary series, the classic modelling of the *KMNK* (*OLS – ordinary least squares*) was used, showing the relationship between the dependent variables and independent variables by fitting a linear equation to the observed data.

Econometric modelling using models with autoregressive conditional heteroskedasticity of the random component - *ARCH* models, is the second verification step in the evaluation of the relation of weather factor → stock exchange market. A whole range of *ARCH* class models was used here, in order to exclude certain disadvantages often resulting from their use and, at the same time, the choice of the most adequate one. The possibility of taking into account different modelling concepts to random disturbances was also an additional advantage of this approach. Not only the classic approach, in the form of a normal distribution, was used but also the *t*-Student or *GED* distribution. This made it possible to notice some possible deviations in the so-called fat tails.

The whole research was preceded by a broad analysis of weather factors constituting a group of independent variables of proper modelling. The so-called causal component was examined not only in terms of descriptive characteristics of the distribution but also an analysis of the normality of the distribution, autocorrelation, and constancy of variance was performed. It allowed, in a sense, to capture certain behaviours within a given weather factor. In terms of meteorological determinants, the *Weather-VaR* methodology was proposed as an effective tool for modelling this type of time series. An additional reinforcement, in this case, can be the inclusion of *bootstrap* analyses.

By summarising the conclusions drawn, it can be said that:

- not all analytical methods are equally effective. This is exceptionally clear in the case of the co-integration analysis, in which the Engle Granger and Johansen tests indicate the mutual relationship between weather factors and the 'stock exchange' variable, which excludes testing using the *VAR* test or *KMNK* modelling to a large extent. It seems, therefore, that the last two mentioned methods, from the group of so-called classics, allow only possible causality to be caught;
- unusually useful in the analysis of causality using vector autoregressive *VAR* models are the impulse response functions from the weather factor. Thanks to their design, they illustrate not only the fact that a possible relationship exists but also provide additional information, such as: the magnitude of the response, direction, and distribution over time;
- when assessing the causality modelling concepts themselves, the *ARCH* class models are much more active in this respect. The fewest positive indications are received in the case of classic regression equations;
- the above-mentioned *ARCH* modelling works very well in this type of analysis. It allows to take into account both the nature of the modelling variables themselves as well as the behaviour in the distribution of random disturbances;

- the most frequently used model with autoregressive conditional heteroscedasticity is the classical  $ARCH(1)$  or  $GARCH(1,1)$ .  $TARCH(1,1)$  or  $EGARCH(1)$  also works well in most cases;
- to a large extent, the modelling of random disturbances is limited to a normal distribution. In only a few cases has the  $GED$  distribution been used;
- the most common determinants of the rate of return and trading volume include the weather factor in the form of average daily pressure at sea level and relative humidity. It can therefore be concluded that in the cross-section of the analyses carried out, these are the basic behavioural determinants of the behaviour of stock market investors; this fact is interesting because the aforementioned factors affect potential investors both indoors and outdoors, and thus their impact is permanent;
- trading volume is more susceptible to possible influences from independent variables;
- when making conclusions in terms of the considered sectors, it should be emphasized that the construction industry is much more active than the fuel and energy industry in the context of the impact of meteorological factors on endogenous variables; in the case of this sector, there is an increased 'activity' in terms of the temperature factor;
- as stated a little earlier, in the summary of chapter five of the work, the variables determining investment behaviour are also the average daily general cloudiness and sunshine duration; however, the latter factor has a more impact on changes in the trading volume, regardless of the type of the analysed industry;
- the location of the measurement and observation station influences the estimation results. It is becoming noticeable that there is increased activity in the relationship weather variable  $\rightarrow$  endogenous variable, for weather data from the Warsaw location associated with the localisation of the main stock exchange. When referring to meteorological data from weather stations related to the location of the company's headquarters, the aforementioned relationships are somewhat less frequent;
- when analysing the weather data associated with the original study, certain location-specific trends can be observed; for example, Katowice city is determined firmly by sunshine and Gdańsk by atmospheric pressure. Any observations in this regard would certainly gain importance in the event of a significant increase in the research sample;
- the property of the weather variable determines its importance in the causality analysis. It becomes clearly noticeable in the case of atmospheric pressure, which in its characteristics, is the variable closest to so-called normality. The same applies to the consideration of relative humidity. Thus, the greater the asymmetry of the distribution or the level of concentration, the less importance of a given factor as an independent variable.

When summarising all the conclusions presented, it should be concluded that meteorological variables are a behavioural component of analyses of the behaviour of stock market investors. Tym samym potwierdzają się założenia jednej z hipotez pomocniczych poczynionych w pracy. It can be concluded that the inclusion of meteorological variables in the analyses of the rate of return or the trading volume, may have a positive impact on improving the quality of predictions of classic forecasting methods used in risk analysis.

Reinforcing this type of analysis additionally with interval methods (*Value-at-Risk, bootstrap*) allows for increased predictive effectiveness, especially in the short term.

The aim of the study, to assess the impact of weather factors on stock market volatility, was achieved. It can be safely said that the secondary goal was also achieved, because it was possible to identify weather factors with a significant impact on the modelled dependent variables. It does not mean, however, that despite the effective verification of the objectives and hypotheses, some research problems have not been noticed. The most important of them include:

- problems with the availability of values for some weather variables, which translates significantly into a reduced research sample within a given factor. Despite the extensive measurement network of the Institute of Meteorology and Water Management, measurement gaps occur for the main weather stations. Gaps in weather time series result in the exclusion of a given weather factor from analyses and thus do not allow for its successful verification as a causal variable;
- the issue of the time series themselves is also somewhat problematic. In the case of weather data, the historical data are for each day, whereas for stock market data, the data series are truncated due to the shorter stock market week (five days per week). Thus, the comparability of the series needs to be established initially before any analyses can be undertaken;
- the results of causality estimates are sensitive to the estimation method;
- determination of the direction of the relationship weather factor → rate of return (trading volume) can only be based on the directional coefficients in the regression analysis;
- parameter estimation for *ARCH* class models is not always an easy process; the presence of extreme variations in many of the data can generate problems for the maximum-likelihood function - used to calculate the parameters - manifesting itself in a lack of convergence;
- in the case of some weather variables, consideration should also be given to taking into account the phenomenon of seasonality over an extended period of time;
- the main problem with this type of analysis is the 'correct' selection of the so-called point of reference when it comes to weather stations and data from them. Each concept (including those presented in the work) has its advantages and disadvantages. There may always be voices suggesting a slightly different approach to solving this issue.

A significant advantage of the considerations made is the fact that a literature review of worldwide research in the field of investment sentiment modelling has been made. It is important, because it is difficult to find items constituting a kind of compendium of knowledge in this field, not only on the domestic market, but also on the international market. In addition, the dissertation, according to the author, contributes to increasing the scope of research in the field of behavioural finance, especially on the Polish market. It allows, as already mentioned, to fill a certain research gap in the area of analyses of the impact of weather factors on investors' decision-making processes.

Thanks to the conducted research, the traditional financial literature suggesting the rationality of markets has been challenged. It has been clearly demonstrated that psychological factors have a significant impact on investment decisions. Thanks to this type of analysis and its broad perspective, many variables that are considered 'uneconomic' in traditional financial literature are no longer ignored. Moreover, given the potential



impact of such a specific variable as the weather on investment decisions, important information can be obtained for interpreting financial markets if such an impact is revealed.