



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	43
2.3. Analiza zachowań inwestorów i procesu decyzyjnego.....	48
2.4. Przyczyny różnic we wzorcach inwestowania	56
<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	70
3.3. Analiza ekonometryczna jako podstawowe podejście do badań	75
3.4. Nastrój inwestorów giełdowych w ujęciu modelowania ekonometrycznego	79
<i>Rozdział 4 Nastrój inwestorów giełdowych w ujęciu czynników pogodowych. Analiza elementów wpływu</i>	86
4.1. Nastrój – pogoda – zwroty akcji.....	86
4.2. Dane meteorologiczne – koncepcja wykorzystania.....	91
4.3. Czynniki pogodowe, analiza własności.....	96
4.4. Proces zarządzania pogodowego w ujęciu miar klasycznych	112
<i>Rozdział 5 Badanie wpływu informacji pogodowych na ceny akcji wybranych spółek</i>	118
5.1. Modelowanie wpływu nastroju inwestorów na ceny akcji wybranych spółek.....	118
5.2. Ekonometryczna analiza wpływu czynników pogodowych na zwroty podmiotów notowanych na GPW w Warszawie	141
<i>Wnioski</i>	156
<i>Bibliografia</i>	162
<i>Spis tabel</i>	188
<i>Spis rysunków</i>	190

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 sektora energetyczno-paliwowego 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 zasadniczo 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 mają istotny wpływ na zachowania inwestycyjne, a tym samym na zmienność instrumentów giełdowych**. 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:

- zmienne meteorologiczne stanowią behawioralny element analiz zachowań instrumentów giełdowych,
- implementacja czynników pogodowych w modele prognostyczne wpływa na poprawę predykcji w zakresie jakości prognoz,
- koncepcja uwzględniania zmiennych meteorologicznych w analizie stopy zwrotu bądź wolumenu obrotu może być wykorzystywana dla przewidywań krótkookresowych w tym zakresie,
- to czy dane pogodowe oddziałują na zmienne ‘giełdowe’ może być związane z lokalizacją danej spółki,
- istotność czynnika pogodowego jako tzw. elementu sprawczego w modelowaniu nastroju inwestycyjnego, może wynikać z własności samej zmiennej meteorologicznej.

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 sektora paliwowo-energetycznego. 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 motywem do jej napisania była chęć weryfikacji badań ogólnowiatowych 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 łączy w ramach tej syntagmy różne koncepcje. Koncepcja 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. Dobre jego funkcjonowanie jest niezbędne w celu efektywnego przekazywania środków pieniężnych od oszczędzających do potrzebujących kapitału i tych, którym udaje się zaoferować mu wyższą kapitalizację; rynek kapitałowy może zatem znacząco wpłynąć na jakość decyzji inwestycyjnych.

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

- służy jako łącznik między oszczędnościami i możliwościami inwestycyjnymi; rynek kapitałowy jest kluczowym ogniwem między procesem oszczędzania a procesem inwestycyjnym, ponieważ przesyła pieniądze od oszczędzających do przedsiębiorczych pożyczkobiorców;
- inwestycja długoterminowa; pomaga inwestorom inwestować ciężko zarobione pieniądze w długoterminowe inwestycje.
- pomaga w tworzeniu kapitału; rynek kapitałowy oferuje możliwości dla tych inwestorów, którzy mają nadwyżkę pieniędzy i chcą zainwestować swoje pieniądze w jakiś rodzaj inwestycji;
- pomaga pośrednikom; przenosząc akcje i pieniądze od jednego inwestora do drugiego, korzysta z usług maklerów, banków itp., pomagając im w ten sposób w prowadzeniu działalności.
- regulamin; rynki kapitałowe działają zgodnie z regulacjami i zasadami, dzięki czemu są bezpiecznym 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:

- 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 nawyki 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;
- stabilne i systematyczne ceny papierów wartościowych; 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;

- dostępność funduszy; 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*).

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.

Tabela 1.2. Kryteria charakteryzujące rynek giełdowy i pozagiełdowy.

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

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

Odnosząc się z kolei do stopnia zorganizowania rynku, jak wskazano już wcześniej można wyróżnić rynek giełdowy i pozagiełdowy (Tabela 1.2). Giełda to po prostu giełda, a rynek pozagiełdowy - cała reszta.

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.

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 nadwyżkę kapitału tych, którzy chcą inwestować średnio lub długoterminowo (czy to firmy, fundusze, banki, firmy ubezpieczeniowe czy zwykle 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.

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.

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 wezwanie. 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 trwale 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

Długofalowa debata między tzw. hipotezą rynku efektywnego (*Efficient Market Hypothesis EMH*) a realnymi scenariuszami rynkowymi toczy się od lat, zwłaszcza w czasach kryzysu; zgodnie z reprezentatywną definicją Famy E.F. (1970) efektywnego

rynku finansowego jako rynku, na którym inwestorzy są całkowicie racjonalni¹ 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 jest oczywista. Psychologowie kwestionują idealną pozycję ludzi o racjonalnych oczekiwaniach, a jednocześnie wraz ze wzrostem danych empirycznych na rynku pojawiły się zjawiska, których nie przewidywały przybliżone dane i technologia, takie jak efekt kalendarza, irracjonalny dobrobyt, efekt skali itd. W konsekwencji sama teoria została poddana ocenie opinii publicznej. W szczególności teoria finansów behawioralnych została opracowana na podstawie zakwestionowania hipotezy efektywnego rynku, która od tamtej pory była podważana bardziej niż kiedykolwiek wcześniej.

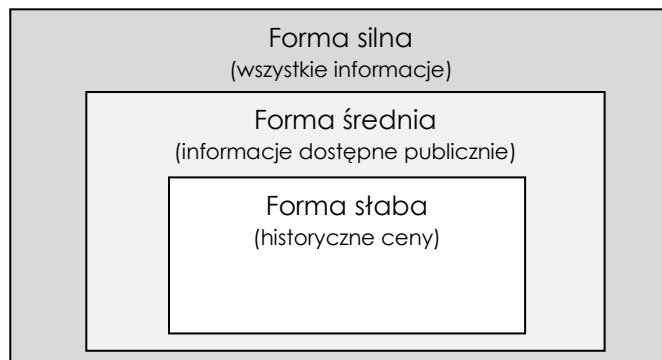
Pomimo idealnego stanu hipotezy efektywnego rynku nie możemy po prostu zaprzeczyć jej realistycznym implikacjom, tak jak ruch swobodnego spadku zachodzi w idealnej próżni. Chociaż teoria może być stronnicza, może skutecznie kierować rzeczywistością. Musimy przyznać, że hipoteza ta jest kamieniem węgielnym głównego nurtu finansów. Szereg teorii, takich chociaż jak wycena aktywów, opiera się na EMH i nadal kieruje większością działań rynkowych. Chociaż realia rynku nie w pełni odzwierciedlają efektywność i racjonalność oraz nie dają rozsądnego wyjaśnienia niektórych wizji rynkowych, to jego zderzenie z teorią wzbogaca system teorii finansów i wyznacza kierunek formułowania polityki, poprawiając efektywność rynku (Gilson i Kraakman, 1984). Dlatego odpowiedni zakres hipotezy efektywnego rynku uwzględniłby względną skuteczność informacyjną rynku jako funkcję tarcia na rynku, w tym dostępność informacji związanych z wartością i mechanizm, za pomocą którego ceny odzwierciedlają informacje (Gilson i Kraakman, 2014).

Fama E.F. uważał, że cena jest najdokładniejszym symbolem efektywnej alokacji zasobów na rynku, a zatem wszelkie informacje wpływające na ceny są 'całkowicie w niej odzwierciedlone' (Fama E. F., 1970). Ponadto uważał, że cena papierów wartościowych odzwierciedla informacje, które wpływają na jej wahania w różnym stopniu, a im szersze informacje może odzwierciedlać cena, tym szybciej i bardziej reprezentatywna będzie cena dla rzeczywistej wartości aktywów. Umożliwiając zatem efektywniejsze alokowanie środków na rynku papierów wartościowych, im mniejsza szansa na uzyskanie zwrotu wolnego od ryzyka, tym stabilniejsza będzie cena. Dlatego w zależności od stopnia, w jakim ceny papierów wartościowych reagują na informacje, zaproponował trzy środowiska informacyjne dla rynków kapitałowych: słabe, półsilne (średnie) i mocne (Rysunek 1. 1):

- słaba forma efektywności (*weak form of efficiency*); obecne ceny akcji już odzwierciedlają wszystkie historyczne dane rynkowe, takie jak ceny z przeszłości i wolumeny obrotów (Bodie, Kane i Marcus, 2007). Stwierdzenie słabej formy efektywności jest zgodne z wynikami badań nad hipotezą błędzenia losowego; to znaczy, zmiany cen z okresu na okres są niezależne (Dixon i Holmes, 1992). Innymi słowy, nie można osiągnąć większego zysku, analizując jedynie informacje o cenach historycznych. Dlatego analiza techniczna (trendu), która jest techniką wykorzystującą wyprowadzenie przeszłych ruchów cen w celu znalezienia kierunku

¹ 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)

do przewidywania przyszłej ścieżki danej akcji lub samej giełdy, jest bezużyteczna (Jones, 1993). Można jednak pokonać rynek i osiągnąć większe zyski w słabej formie efektywnego rynku, korzystając z analizy fundamentalnej lub wykorzystując informacje poufne;



Rysunek 1. 1. Poziomy efektywności rynku.
Źródło: Opracowanie własne.

- średnia forma efektywności (*semi-strong form of efficiency*); oprócz cen z przeszłości, wszystkie publicznie dostępne informacje, w tym podstawowe dane dotyczące linii produktów firmy, prognozy zysków, dywidendy, ogłoszenia o podziale akcji, jakość zarządzania, struktura bilansu, posiadane patenty, księgowość praktyki itp. powinny być w pełni odzwierciedlone w cenach papierów wartościowych. Dlatego nie można osiągnąć większego zysku, stosując analizę fundamentalną na rynku, która jest skuteczna w formie średniej. Oczywiście jest, że analiza techniczna nie może działać na średnim rynku efektywnym, ponieważ jeśli rynek jest wydajny w takiej formie, jest również wydajny w słabej postaci, gdyż ceny z przeszłości są publicznie dostępnymi informacjami (Bodie, Kane i Marcus, 2007) (Dixon i Holmes, 1992). Jednak osoby korzystające z informacji poufnych mogą osiągać lepsze zyski przy średniej formie wydajności.
- silna forma efektywności (*strong form of efficiency*); ceny rynkowe odzwierciedlają wszystkie informacje (publiczne i prywatne), w tym ceny z przeszłości. Na takim rynku ceny zawsze byłyby uczciwe i żaden inwestor (analityk techniczny i/lub fundamentalny), nawet inwestujący w poufne informacje, nie może pokonać rynku (Brealey, Myers i Marcus, 1999), aby uzyskać nienormalny zwrot w silnej formie wydajności, ponieważ jeśli rynek jest wydajny w formie silnej, musi być wydajny zarówno w słabej, jak i średniej. Zatem techniki, które nie działają w słabej i średniej formie efektywnych rynków, naturalnie nie mogą działać w silnej formie efektywnych rynków.

Ponadto istnieją trzy aspekty, które określają efektywność rynku: cena akcji, wartość akcji i informacje.

W rzeczywistości dostarczenie 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. Ponadto, jeśli zasoby te są przydzielane prawidłowo, marginalne zwroty z inwestycji są zwykle spójne, a zjawisko nadmiernych zysków zostaje wyeliminowane. I odwrotnie, jeśli cena produktów finansowych pozostaje w tyle za odpowiednimi informacjami, w tym przeszłymi, obecnymi i oczekiwanymi, nieefektywność dystrybucji informacji skutkuje spowolnieniem reakcji przedsiębiorców finansowych na te informacje. Dlatego EMH można właściwie traktować jako hipotezę efektywności informacyjnej.

Ponadto rynki te opierają się na trzech założeniach (Jones, 1993) (Shleifer A. , 2000):

- po pierwsze, uważa się, że inwestorzy są racjonalni i potrafią oszacować wartość papierów wartościowych;
- po drugie, 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;
- po trzecie, irracjonalni inwestorzy będą popełniać w niektórych przypadkach błędy, ale napotkają inwestorów racjonalnych, których strategiczne zachowania wyeliminują wpływ tego pierwszego na wszelkie wahania cen (Shleifer A. , 2000).

Te trzy założenia odzwierciedlają tezę, że rynek jest skuteczny: 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.

Przed wszystkim kwestie dotyczące EMH to efektywność informacyjna i racjonalność. W szczególności, skupiając się zatem na tych dwóch czynnikach, powiązane teorie mogą pomóc lepiej zrozumieć, jak powinien zachowywać się wydajny rynek.

Racjonalność² ma wiele różnych poziomów interpretacji i konotacji. W finansach racjonalność odnosi się do kompleksowości informacji i dążenia do optymalizacji celu. W ten sposób racjonalni brokerzy dążą do maksymalizacji pożądanej użyteczności, znanej również jako ‘racjonalność ekonomiczna’ (Smith A. , 1776). Podstawą teoretyczną EMH jest hipoteza racjonalnej osoby, która dziedziczy implikacje racjonalnych ludzi w neoklasycznej ekonomii i zakłada, że ci nadludzie mają pełną informację, moc obliczeniową i dążenie do osobistej użyteczności. Przy tym założeniu istnieje pięć wymagań dla osoby racjonalnej:

- każda decyzja powinna być oparta na maksymalizacji ‘racjonalnych oczekiwań’, gdzie oczekiwanie oznacza najlepsze prognozy wykorzystujące wszystkie dostępne informacje (np. najlepsze przypuszczenia na przyszłość);
- systematyczna kolejność wyborów, w której decydent ma na myśli alternatywę;
- decydent może rozpoznać i zidentyfikować możliwe alternatywy;
- decydenci mają możliwość dokonywania złożonych porównań i obliczeń podczas dokonywania wyborów;
- każdy decydent może poprawnie oszacować prawdopodobieństwa.

² 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.

Warunkiem zachowania równowagi na rynku papierów wartościowych są racjonalne oczekiwania (Fama E. F., 1970). Nieuchronnie inwestorzy wnoszą na rynek różne pomysły i informacje. Aby zmaksymalizować decyzje, kiedy inwestorzy osiągną równowagę psychologicznych oczekiwań, wykorzystują informacje odzwierciedlone przez odpowiednią cenę, aby uzyskać pożądaną użyteczność. Ponieważ informacje są kompletne, nie są skłonni do ponownego handlu, a równowaga jest spójna. Ponadto można osiągnąć optymalną konfigurację zasobu Pareto. Najwyraźniej przedsiębiorca z racjonalnymi oczekiwaniami może znaleźć ukryte powiązanie między dostępnymi informacjami a ceną równowagi na rynku, zamieniając rynek asymetryczny w rynek z symetryczną informacją.

Dlatego inwestorzy o racjonalnych oczekiwaniach są twórcami i praktykami hipotezy efektywnego rynku, ponieważ ich racjonalność pozwala na eliminację asymetrii informacji na rynku. Tworząc podstawową lub wewnętrzną wartość papierów wartościowych, przedsiębiorca uzyskuje takie same oszacowanie przepływu środków pieniężnych i współczynnik dyskonta dla przyszłych zysków z akcji. Dlatego przedsiębiorca mający racjonalne oczekiwania zawiera milczące porozumienie w sprawie ceny na rynku papierów wartościowych: cena rynkowa jest podstawową wartością papierów wartościowych (Fama E. F., 1998).

Hipoteza rynku efektywnego postuluje, że na rynku racjonalni inwestorzy potrafią poprawnie ocenić cenę papierów wartościowych, nigdy nie ustalając cen na poziomach odbiegających od wartości podstawowej. Z powodu przyciągania irracjonalnych inwestorów (zwanych również 'hałaśliwymi handlowcami' (Gilson i Kraakman, 2014)) założmy, że pewien rodzaj papierów wartościowych przekroczył swoją prawdziwą wartość. Uznając taką zawyżoną cenę, racjonalni inwestorzy będą sprzedawać niektóre lub nawet wszystkie papiery wartościowe, jednocześnie kupując te, które są zasadniczo takie same lub podobne do arbitrażu. Jeśli ludzie mogą znaleźć alternatywne zabezpieczenie, ten arbitrażowy handel 'tanio kupuj' będzie opłacalny. Sytuacja tego typu skłania wielu arbitrażystów do szybkiego działania w celu skorygowania wprowadzającego w błąd wpływu tzw. hałaśliwego handlowca na cenę papierów wartościowych poprzez zmianę ich podaży i popytu, tak aby cena szybko powróciła do prawdziwej wartości. Analiza ta ma również zastosowanie do niedoszacowanych papierów wartościowych.

Jeśli istnieją irracjonalni inwestorzy o przeciwnych irracjonalnych kierunkach, wówczas wpływ ich działań kompensuje się wzajemnie; a nawet jeśli ich irracjonalne kierunki są takie same, ze względu na istnienie arbitrażu, to odchylenie ceny będzie również wykorzystywane przez racjonalnych arbitrażystów, tak aby krótkoterminowe odchylenie ceny zostało skorygowane w odpowiednim czasie, przywracając efektywność rynku. Co więcej, bogactwo irracjonalnych handlowców będzie się zmniejszać w wyniku ciągłych działań racjonalnych arbitrażystów, aż w końcu znikną oni z rynku. W konsekwencji, zgodnie z zasadą przetrwania najsilniejszych, na rynku pozostaną tylko racjonalni inwestorzy.

Wspomniana wcześniej efektywność informacyjna to kolejny element EMH. Informacja jest niezbędnym elementem rynku kapitałowego. Ogólnie rzecz biorąc, uczestnicy rynku inwestują i działają zgodnie z informacjami ujawnionymi przez firmę. Dzięki zachowaniu handlowców na rynku, informacje będą dalej odzwierciedlane w cenie aktywów, podczas gdy cena z rynku kapitałowego jest wchłaniana przez rynek (Shleifer A., 2000). Po tym, jak skuteczna informacja wpłynie na rynek, dostarcza również danych o rozwoju biznesowym różnych firm i krajowym poziomie gospodarczym. Ponadto, aby

zapewnić uczestnikom rynku dokładne sygnały, informacje mogą się dostosowywać. To, czy cena papierów wartościowych prawidłowo odzwierciedla informacje skorelowane z ich wewnętrzną wartością, jest uważane za ważny standard ulepszania wszechstronnego rynku kapitałowego. Ludzie dalej definiują zdolność lub poziom ceny odzwierciedlający jej podstawowe informacje jako efektywność rynkową.

Według hipotezy efektywnego rynku cena akcji będzie reagować szybko, dokładnie i kompletnie na wszystkie istotne informacje. Będzie ona odzwierciedlać jej wartość wewnętrzną. EMH podkreśla doskonale warunki rynkowe bez tzw. tarcia i zerowych kosztów. Efektywność ceny rynkowej wymaga istnienia dwóch wzajemnie powiązanych i zróżnicowanych rynków: rynku informacji i rynku papierów wartościowych. Bezproblemowy, bezkosztowy rynek informacyjny gwarantuje uwolnienie rynku informacyjnego. Ponadto nieograniczony arbitraż może zagwarantować usunięcie błędnych wycen, aby to osiągnąć.

W 1975 roku Jensen (1975) stwierdził, że w przeciwieństwie do EMH, żadna inna propozycja ekonomiczna nie może być poparta solidnymi testami empirycznymi. Od tamtej pory EMH było kwestionowane zarówno w teorii, jak i w badaniach, co skłoniło do dalszych analiz.

Hipoteza efektywnego rynku zakłada, że dystrybucja informacji jest zadowalająca, a zrównoważony oczekiwany zwrot będzie wynikiem procesu racjonalnych handlarzy maksymalizujących swoje racjonalne oczekiwania (Fama E. F., 1970). Jednak bardziej skomplikowany test EMH wykazał, że na giełdzie istnieją anomalie, których nie można wytłumaczyć skuteczną teorią rynku - zjawisko 'zachowania stadnego'.

Powszechnie spotykane na rynkach finansowych zachowanie stadne to zjawisko, którego dwie główne klasyfikacje można znaleźć w badaniach zachowań inwestorów na rynku papierów wartościowych (Curto, Falcao i Braga, 2018). Pierwsza klasyfikacja to tzw. racjonalne wypasanie. Te badania behawioralne postulują, że ze względu na komplikacje w pozyskiwaniu informacji, motywacje podmiotów behawioralnych i istnienie zewnętrznych efektów płatniczych, zachowanie stadne staje się główną strategią podmiotu. Inną znaną klasyfikacją jest irracjonalne pasterstwo. Zasadniczo badanie irracjonalnych zachowań pasterskich jest nakierowane na psychologię podmiotu behawioralnego. Uważa się, że badani będą ślepo naśladować się nawzajem, zaniebując tym samym znaczenie racjonalnej analizy. Jeśli chodzi o rynek papierów wartościowych, irracjonalne gromadzenie się odnosi się do sytuacji, gdy inwestorzy zachowują się zgodnie ze strategiami inwestycyjnymi innych inwestorów, to znaczy zamiast opierać swoje strategie na pozyskanych przez siebie informacjach, takich jak częste działania następcze na akcjach rynku, wybór inwestorów zależy całkowicie od opinii publicznej (Langevoort, 2002). Na przykład, powszechnemu stosowaniu abstrakcyjnych instrumentów pochodnych towarzyszy proces innowacji finansowych (Avgouleas, 2009), które mają niewielką wartość ekonomiczną poza ryzykiem, dźwignią i złożonością (Bavoso, 2017).

Obecnie rynek papierów wartościowych jest zdominowany przez irracjonalne zachowania stadne i w dużej mierze uważa się, że tego typu zachowania mają niestabilny wpływ na rynki finansowe, generując bańki cenowe oraz zwiększając wahania cen i ryzyko rynkowe (Shiller, 1981). Ponieważ podstawą wszystkich zachowań stada są niekompletne informacje, gdy stan informacyjny rynku ulegnie zmianie, na przykład wraz z pojawieniem się nowych informacji, stado się rozproszy, co bezpośrednio doprowadzi do niestabilności i wrażliwości rynku finansowego. W przeciwieństwie do racjonalnego modelu

podejmowania decyzji przez inwestorów przyjętego przez EMH, na przykład gdy inwestorzy instytucjonalni uczestniczą w zachowaniach stadnych, wielu kupuje i sprzedaje te same akcje w tym samym czasie, a presja handlowa przekroczy płynność zapewnianą przez rynek, co skutkuje brakiem ciągłości cen akcji i dużymi wahaniami (Akerlof i Shiller, 2009).

Wraz z nagromadzeniem wizjonerskich wyników empirycznych na rynku finansowym, które były sprzeczne z teorią rynków efektywnych pod koniec lat osiemdziesiątych, oprócz psychologii eksperymentalnej zapewniającej bogate podstawy psychologiczne, coraz więcej uczonych zaczęło koncentrować się na badaniach nad finansami behawioralnymi.

Wykorzystując faktyczne zachowania inwestorów w zakresie podejmowania decyzji u swoich podstaw, teoria finansów behawioralnych obserwuje wizję rynku finansowego jako punktu przełomowego i ekspansywnie stosuje metody analizy psychologii i ekonomii do prowadzenia rozległych i dogłębnych badań zachowań inwestycyjnych. Następnie, z tej perspektywy, cena rynkowa papierów wartościowych jest nie tylko określana przez ich wartość wewnętrzną, ale również w dużym stopniu wpływa na nią zachowanie inwestorów. Stąd psychologia i zachowania ludzkie mają istotny wpływ na decyzje cenowe i zmiany na rynku papierów wartościowych (Shleifer A. , 2000).

Aby ułatwić analizę ekonomii, należy założyć, że każdy z nas jest racjonalny, ale oderwany od rzeczywistości. Maksymalizacja korzyści i zysków w klasycznej hipotezie ekonomicznej jest w rzeczywistości niemożliwa. Zatem teoria finansów behawioralnych rozluźnia założenia racjonalnych ludzi, bierze pod uwagę czynniki społeczne, poznanie osobiste i czynniki emocjonalne oraz bada decyzje ekonomiczne ludzi. Wydobywa informacje z obserwacji ludzkich zachowań, a po dogłębnej analizie na polu akademickim dostarcza informacji zwrotnych, sugestie na przyszłość. Chociaż teoria finansów behawioralnych oferuje zalety rozsądnego kwestionowania EMH, ma również swoje własne fundamentalne wady.

Największą zaletą finansów behawioralnych jest to, że są realistyczne. Jak już wspomniano, system teoretyczny pomniejsza założenia 'racjonalnego człowieka ekonomicznego', wierząc, że aktorzy ekonomiczni są irracjonalni lub ograniczeni racjonalnie (Smith A. , 1776). W przeciwieństwie do tradycyjnego rynku badawczego inwestycyjnej teorii papierów wartościowych, teoria finansów behawioralnych zwraca większą uwagę na zachowania mikropodmiotów w swoich badaniach. Jej system teoretyczny i szkoła nowokeynesowska mają nieograniczone podobieństwa, wzbogacając zakres badawczy współczesnej teorii inwestycji w papiery wartościowe.

Po pierwsze, finanse behawioralne teoretyzują, że psychologia, emocje, wiedza i umiejętności inwestorów oraz błędy poznawcze, takie jak nadmierna pewność siebie, nadmierna reakcja, ograniczają zachowania decyzyjne. Dlatego nie mogą 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 zbyt dużą pewność siebie. Na przykład, pytając miłośnika piłki nożnej o to, czy jego własne umiejętności gry są średnie czy poniżej średniej, 65 do 80 procent uważa, że ich umiejętności są powyżej średniej. Ale w rzeczywistości tylko połowa

miłośników piłki nożnej ma tę ponadprzeciętną zdolność, co pokazuje, że większość ludzi jest zbyt pewna swoich umiejętności. Zbytnią pewność siebie jest osiągnięta, gdy ludzie przeceniają własną ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia niepewnego zdarzenia. Podobnie na rynku papierów wartościowych inwestorzy są równie pewni swoich umiejętności handlowych. Poza tym, nadmierna reakcja na giełdzie odnosi się do zjawiska, w którym cena akcji spowodowana dużym wydarzeniem drastycznie zmienia się, przekracza oczekiwany poziom teoretyczny, a następnie powraca do swojej właściwej ceny w postaci odwrotnej korekty. Zjawisko to spowodowane jest tym, że inwestorzy nie mogą racjonalnie i poprawnie ocenić skutków incydentu. Jako przykład można podać tutaj przypadek dotyczący trzęsienia ziemi w Kobe w Japonii i jego wpływu na giełdę przedstawiony przez Shillera (2000). O ile japoński indeks Nikkei zaliczył niewielki spadek w dniu trzęsienia, to dziesięć dni po trzęsieniu ziemi stracił ponad osiem procent swojej wartości, gdy rozeszła się wiadomość o trzęsieniu ziemi. W takim przypadku, jeśli same szkody spowodowane trzęsieniem ziemi są postrzegane jako bezpośredni rezultat, utrata wartości będzie nadmierną reakcją. Można je również uznać za irracjonalne zachowania.

Po drugie, finanse behawioralne przewidują, 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, hałaśliwi handlowcy i inne ryzyka. Zgodnie z ograniczonym arbitrażem, racjonalne zachowanie handlowe nie zrównoważy irracjonalnego zachowania. W konsekwencji w tym przypadku hipoteza efektywnego rynku jest nieważna.

Rozważając na przykład substytucję arbitrażu, kluczem do znalezienia skutecznego jego mechanizmu jest to, czy może on znaleźć alternatywy dla papierów wartościowych, na których ceny wpływają irracjonalni inwestorzy. Aby zabezpieczyć się przed ryzykiem, arbitrażyści muszą handlować swoimi źle wycenionymi papierami wartościowymi w tym samym czasie, co kontrahent. Ponadto, jeśli alternatywa jest dokładnie taka sama jak cena niewłaściwego papieru wartościowego, arbitraż jest wolny od ryzyka. W przypadku większości pochodnych papierów wartościowych (takich jak opcje i kontrakty futures) łatwo jest uzyskać idealną wymianę, a arbitraż jest prosty do osiągnięcia. Jednak w przypadku większości stad jest trudno znaleźć idealną alternatywę. Dlatego arbitraż jest ryzykowny, ponieważ większość z nich to po prostu podobne opcje (Shleifer A. , 2000).

Po trzecie, teoria finansów behawioralnych jest imponująco wszechstronna ze względu na rozległe metody badawcze. 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 tzw. nienormalne zjawiska w zakresie wahań cen papierów wartościowych, co uzupełnia brak teoretycznego wyjaśnienia tradycyjnego inwestowania w papiery wartościowe.

Dokonując pewnego podsumowania należy stwierdzić, że pomimo niemożności pełnego odzwierciedlenia hipotezy efektywnego rynku na rynku rzeczywistym ze względu na nieodłączne wady efektywności informacji jako racjonalnego założenia dla racjonalnych ludzi, EMH przyczyniła się do powstania kilku popularnych teorii

rynkowych. Ponadto rozwój zdrowego rynku kapitałowego, wymaga zgłębiania bardziej efektywnych mechanizmów polityki rynkowej i zwiększania efektywności rynku rzeczywistego poprzez ciągłe porównywanie i eksperymentowanie teorii z rzeczywistością, dlatego rekomendowany jest efektywny rynek o odpowiedniej wielkości. Połączenie analizy finansów behawioralnych, związanych z ludzką naturą i zachowaniami, a także nadzoru na efektywnym rynku może stworzyć dobre wewnętrzne i zewnętrzne środowisko dla racjonalnych decyzji, co sprzyja podejmowaniu przez inwestorów decyzji inwestycyjnej z dużą zdolnością adaptacji.

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 pierwszym poziomie państwo jest identyfikowane jako główny uczestnik relacji. Pełni dwie główne funkcje - regulację rynku i emisję obligacji w celu utrzymania budżetu w odpowiednich granicach. 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, ludność kraju oraz zagraniczni uczestnicy rynku.

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	Ludność	Członkowie rynku zagranicznego

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

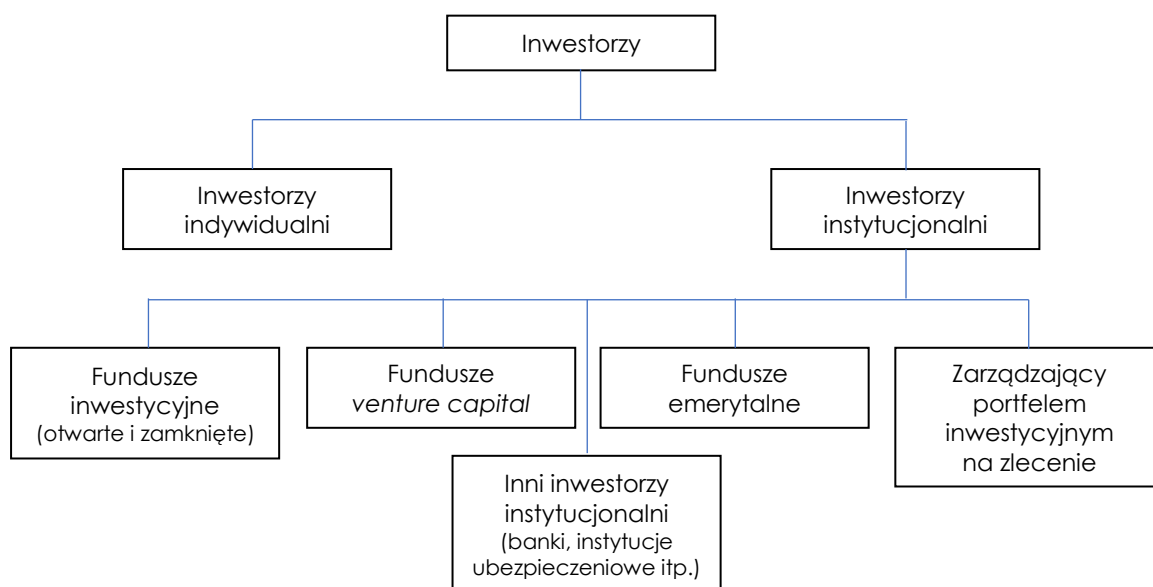
Dokonując uszczegółowienia powyższej struktury należy formalnie wyróżnić następujących uczestników rynku: emitenci, domy maklerskie oraz inwestorzy.

Podmioty wystawiające papiery wartościowe do sprzedaży tworzą grupę tzw. *emitentów*. Z reguły rola tychże podmiotów kończy się w momencie skutecznego 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 umożliwić równy i natychmiastowy dostęp do informacji o nich samych, jak również zorganizowanym przez nich rynku (Thiel, 2010).

Funkcję pośrednictwa w transakcjach kupna i sprzedaży instrumentów finansowych przejmują *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.

Podmiotem uczestniczącym w transakcjach na rynku kapitałowym są również *inwestorzy* (Rysunek 1.2). Formalnie bez ich obecności rynek nie miałby racji bytu. To oni zasadniczo stanowią element, dla którego rynek jest tworzony.

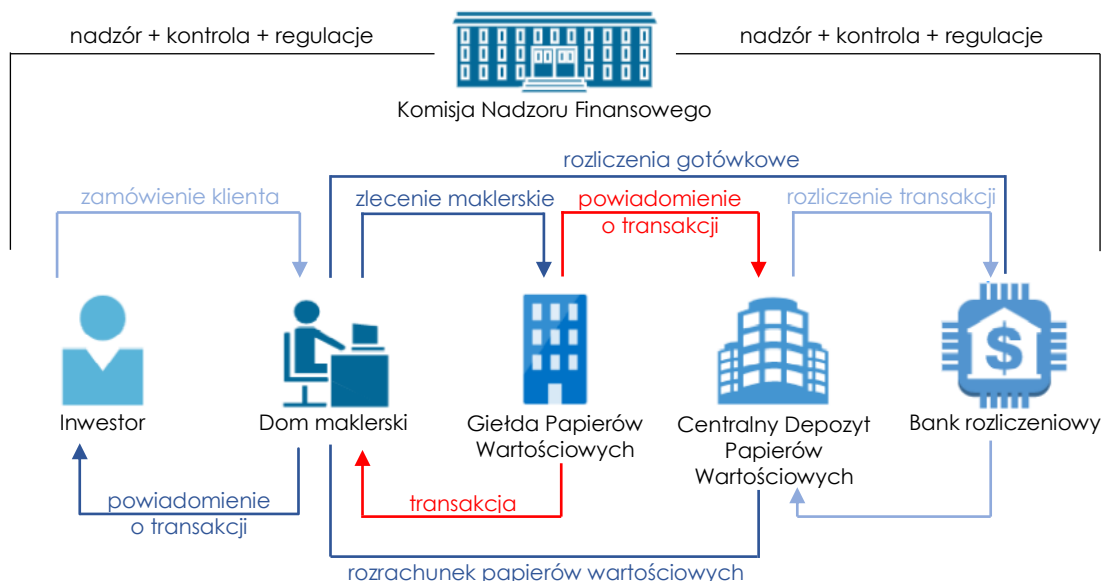


Rysunek 1.2. Uczestnicy rynku kapitałowego.
Źródło: Opracowanie własne.

Na rynku kapitałowym inwestują różne grupy inwestorów, z których każda wpływa, w mniejszym bądź większym stopniu, na wielkość popytu lub podaży. Pomimo, że zawarcie transakcji jest ich wspólnym celem, to każdy, jako uczestnik rynku, różni się od drugiego. Różnicują ich nie tylko potrzeby, lecz także i strategie działania. Jedni chcą szybko otworzyć i zamknąć pozycję, inni z kolei stosują strategię ‘kup i trzymaj’. Niektórzy mają otwarte małe indywidualne rachunki, inni dysponują znacznymi środkami finansowymi. Zrozumienie wszelkich oczekiwań, intencji czy też potrzeb jest zasadniczym czynnikiem rozeznania się w rynku i osiągnięcia ewentualnych zysków. Natomiast charakter tzw. aktywności giełdowej determinuje stopień zbycia własności.

Pamiętać jednak należy, że aby uczestnicy rynku mogli w pewnym sensie zaspokajać swoje potrzeby, należy dobrze zorganizować proces dokonywania przez nich

transakcji (Rysunek 1.3). Powinien być on m.in. jasny, przejrzysty, bezpieczny i jednakowo dostępny dla każdego typu inwestora.



Rysunek 1.3. Proces transakcyjny - schemat.
Źródło: Opracowanie własne.

Ustalone zasady obrotu na giełdach przewidują różne rodzaje papierów wartościowych notowanych na giełdzie, warunki dopuszczenia do obrotu, rodzaje umów ustanawiających relacje giełdowe, organizację aukcji, ustalenie kursu oraz rozliczenie 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:

- 1) zarządzanie organizacją spotkań giełdowych na aukcjach publicznych;
- 2) wycena na podstawie podaży i popytu na notowane papiery wartościowe;
- 3) potwierdzenie gwarancji warunków umów giełdowych, stworzenie systemu rozliczeń z umów zawartych na giełdzie;
- 4) przeprowadzenie arbitrażu giełdowego 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 cena 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).

Institucje 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/sprzedaży papierów wartościowych (Francioni, 1995).

Obecnie istotnymi elementami struktury giełdy są sieci transakcyjne i rejestrowe, 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). Organizują transakcje 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 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, obsługę operacji na tych rachunkach - rozliczenia i rozrachunki według transakcji oraz obsługę operacji emitenta. Instytucje finansowe są kręgosłupem giełdy. Umożliwiają one klientom przekształcenie wolnych środków w papiery wartościowe. Instytucje rynkowe są zaangażowane w instytucje finansowe jako podmioty działalności giełdowej, gwarantujące efektywną działalność rynkową.

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

Podsumowując analizę struktury rynku giełdowego, należy zauważyć, że powiązania gospodarcze związane z emisją i obrotem papierami wartościowymi stanowią integralną część rynku finansowego jako całości. W związku z tym pozwala nam to traktować giełdę jako niezależną jednostkę gospodarczą, którą należy rozpatrywać w kontekście transformacji gospodarki kraju. Zorganizowana struktura giełdy i odpowiadająca jej aktywność wszystkich członków jest kluczem do efektywnego i stabilnego rozwoju.

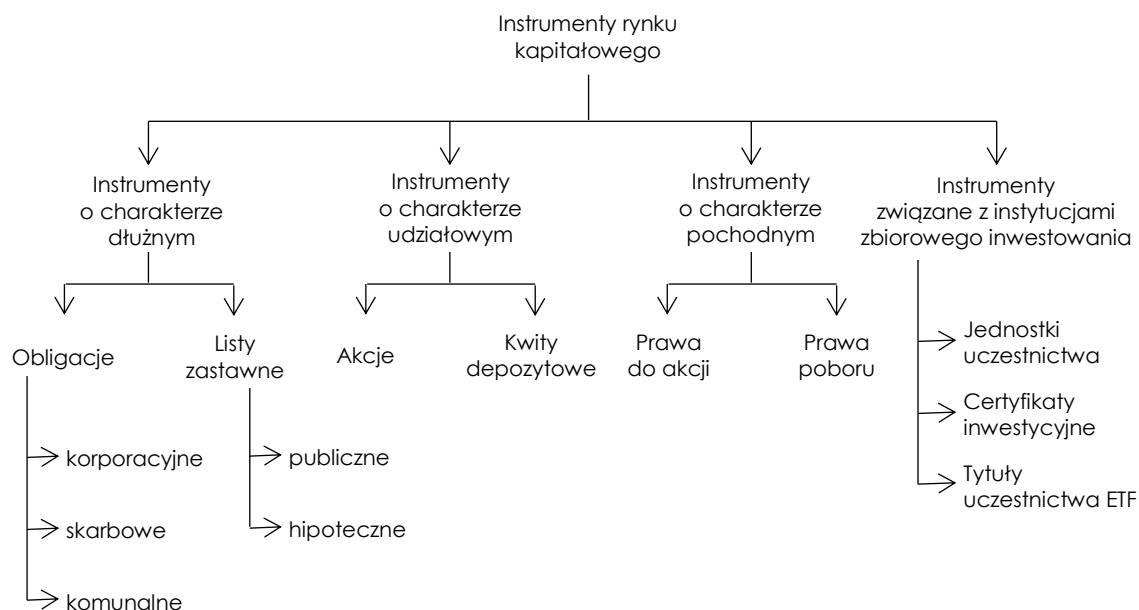
Rynek kapitałowy to jednak nie tylko struktura i uczestnicy. Jak już wspomniano w pierwszym podrozdziale to również instrumenty finansowe³ średnio- i długoterminowe, dla których termin wykupu nie jest z góry ustalony. To one właśnie umożliwiają pozyskanie kapitału na dłuższy okres. Podmiotami sprzedającymi są w tym wypadku, wymienieni nieco wcześniej, emitenci a grupę nabywców papierów wartościowych stanowią właśnie inwestorzy. To oni dzięki udostępnieniu kapitału emitentom, mają możliwość uzyskania dochodu z tytułu zarówno nabycia, posiadania jak i sprzedaży papierów wartościowych.

Do najbardziej znanych instrumentów zalicza się między innymi (Rysunek 1.4):

- *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,

³ Instrumenty finansowe funkcjonujące w ramach rynku kapitałowego są, co do zasady, papierami wartościowymi.

- *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 na rynku kapitałowym jest proces decyzyjny. O ile można dokonać opisu struktury rynku, jego uczestników czy też wykorzystywanych instrumentów o tyle sam proces inwestycyjny nie jest już tak jednoznaczny do przedstawienia.

Inwestowanie w przedstawione powyżej instrumenty może mieć różny cel, zależny w znacznej mierze od oczekiwań danego inwestora jak również 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 tzw. narzędzi wspierających inwestycje finansowe mają teoria efektywności rynku oraz teoria behawioralna (Kowalke, 2013).

Odnosząc się do informacji przedstawionych już w poprzednim podrozdziale, należy stwierdzić, że zwolennicy *analizy technicznej*⁴ są w tzw. kontrze w stosunku do teorii efektywności rynku. Zgodnie z koncepcją tego typu analizy możliwe jest bowiem stworzenie systemu, który pozwala rozpoznać ruchy cen instrumentów finansowych. To z kolei przekłada się na możliwość dokonywania transakcji i wypracowywania stóp zwrotu wyższych niż te jakie oferuje rynek. To właśnie wymienione aspekty stoją w sprzeczności z teorią efektywności rynku kapitałowego, według której ceny akcji dyskontują pojawiające się informacje praktycznie natychmiastowo (Kowalke, 2013). Tym samym procedury rozpatrywanej analizy nie umożliwiają, 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).

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, w odniesieniu do analityków technicznych, kierują się zwolennicy *analizy fundamentalnej*⁵. Ich zdaniem część akcji jest niewłaściwie wyceniona

⁴ 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).

⁵ 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,
- *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.

i ich ceny odbiegają od wartości wewnętrznej, co może zostać wykorzystane do osiągnięcia ponadprzeciętnych zwrotów. EMH, jak już stwierdzono wcześniej, wyklucza osiągnięcie zwrotów wyższych od rynkowych w przypadku stosowania analizy fundamentalnej, jeżeli rynek jest efektywny w sensie średnim (pólsilnym). 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 zwrotów. 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*⁶, 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).

Akceptacja koncepcji behawioralnej z kolei wywołuje wiele konsekwencji dla inwestorów giełdowych oraz tzw. mechanizmów i narzędzi wspierających decyzje inwestycyjne na rynku kapitałowym. Zwolennicy tegoż nurtu podważają bowiem występowanie efektywności rynku na poziomie zagregowanym. Dotyczy to nawet słabej formy efektywności. 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 behawioryści nie wykluczają mechanizmów analizy technicznej, czyli osiągnięcia ponadprzeciętnych stóp zwrotu z wykorzystaniem narzędzi wsparcia decyzji 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 wskazaniem wspomnianej analizy technicznej, opartej zasadniczo na powtarzalności zachowań inwestorów.

⁶ 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 zyskowność, 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 Łuniewska, 2004).

Podobnie jest z wykorzystaniem drugiego typu analizy tj. analizy fundamentalnej. Dotychczasowe badania wskazują bowiem, że prognozy wyników finansowych czy publikacje sprawozdań finansowych, stosunkowo wolno znajdują odzwierciedlenie w cenach akcji. Możliwe jest zatem osiągnięcie ponadprzeciętnych zwrotów 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 Bond 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.

Teoria behawioralna odrzuca zasadniczo klasyczne ujęcie teorii portfelowej. Jej zwolennicy uważają bowiem, że nie są spełnione podstawowe założenia, na której jest ona oparta. To tzw. podważenie wynika z kilku aspektów. Po pierwsze, behawioryści wskazują tutaj na fakt braku spełnienia podstawowych założeń wynikających z teorii Markowitza, a tym samym naruszona zostaje teoria użyteczności. Jest to wynikiem nieprawidłowo szacowanej skali ryzyka oraz często zmieniających się preferencji wśród inwestorów (Czerwonka i Gorlewski, 2012). Po drugie nie do końca przekonuje również koncepcja mówiąca, że w procesie podejmowania decyzji inwestorzy kierują się jedynie relacją pomiędzy ryzykiem rynkowym, a wielkością oczekiwanej stopy zwrotu (Kowalke, 2013).

Dużo bardziej interesujące uwagi wynikają z przeprowadzanych do tej pory badań empirycznych. Stwierdzić na ich podstawie można, że inwestorzy w praktyce wyjątkowo często pomijają kwestie związane z zasadą minimalizacji ryzyka specyficznego (niesystematycznego)⁷, 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.

Dokonując na koniec podsumowania metod wspierania decyzji na rynku kapitałowym w przekroju rozpatrywanych teorii należy stwierdzić, że jedyną akceptowalną przez zwolenników obu analiz jest analiza fundamentalna. Zarówno zwolennicy teorii efektywności rynku jak i tzw. behawioryści są zdania, że stosując tego typu analizę inwestorzy mogą wypracować wyższe od przeciętnych zwroty. Warunkiem takiego stanu jest jednak lepsza przewidywalność przyszłych wyników finansowych przedsiębiorstw oraz, jak podkreślają zwolennicy teorii behawioralnej, kontrola ułomności swojej psychiki, która odpowiada za nieefektywną wycenę akcji.

⁷ Ryzyko niesystematyczne (unikatowe, specyficzne) jest związane indywidualnie z określonym walorem i może zostać wyeliminowane poprzez odpowiednią dywersyfikację papierów wartościowych w portfelu.

Rozdział 2

Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej

Ekonomia behawioralna to od kilku lat szybko rozwijający się nurt tzw. współczesnej ekonomii. Jest to nauka powiązana zarazem z badaniami empirycznymi jak również eksperymentalnymi. Istotną cechą tego typu ekonomii jest jej niezaprzeczalna interdyscyplinarność przejawiająca się zarówno w obserwacji podmiotów, wymagającej wiedzy płynącej chociażby z psychologii czy socjologii, jak również w budowaniu teorii behawioralnych co w tym wypadku 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 cechy ludzkie, traktując człowieka jako racjonalny podmiot stosunków ekonomicznych. Mimo wszystko 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.

Podjmując 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. Współczesna ekonomia od czasów Adama Smitha opiera się na koncepcji racjonalnych wyborów podejmowanych przez podmioty gospodarcze, dążącej do maksymalizacji korzyści ekonomicznych.

Ekonomia behawioralna to dziedzina związana z badaniami i teorią wzorców zachowań; co sugeruje, 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; osoba przedstawia różne rodzaje nastrojów, takie jak radość, smutek, złość, zdziwienie, strach itp. Innymi słowy, zachowanie jest zawsze poddawane uprzedzeniom poznawczym, emocjom i wpływom społecznym. Zachowanie obejmuje myślenie, które jest intuicyjne, automatyczne, oparte na doświadczeniu (Loewenstein i Sutherland, 2014).

Ekonomia behawioralna wyjaśnia i zapoznaje jednostkę z tym, dlaczego powinna zwlekać, dlaczego kupuje, pożycza itp.

Ekonomia behawioralna to pewnego rodzaju badanie, w jaki sposób ludzie faktycznie dokonują wyborów, które opiera się na podejściach zarówno z psychologii, jak i ekonomii. W dzisiejszym świecie uważana jest za infantylny, energiczny i obiecujący sektor ekonomii głównego nurtu (Lambert, 2006). Wraz z jej rozwojem wyjaśniająca moc ekonomii wzrasta poprzez dokładniejsze przedstawienie bardziej realistycznych podstaw psychologicznych. Podejścia ekonomii behawioralnej są oparte na maksymalizacji skuteczności, symetrii i dobrej organizacji (Camerer i Loewenstein, 2004).

Nurt ten to swego rodzaju styl modelowania, szkoła myślenia stosowana do szerokiego obszaru zagadnień ekonomicznych zarówno w teorii konsumenta, jak i finansach itp. Liczne eksperymenty i wyniki psychologiczne przyczyniają się do rozwoju ekonomii behawioralnych, w których jest ona podejściem, metodą eksperymentalną. Innymi słowy to połączenie ekonomii i innych nauk społecznych, które opiera się na opisywaniu zachowań; łączy badania i metody z ekonomii i nauk społecznych, po to, aby poprawić opisowe wartości teorii ekonomicznych.

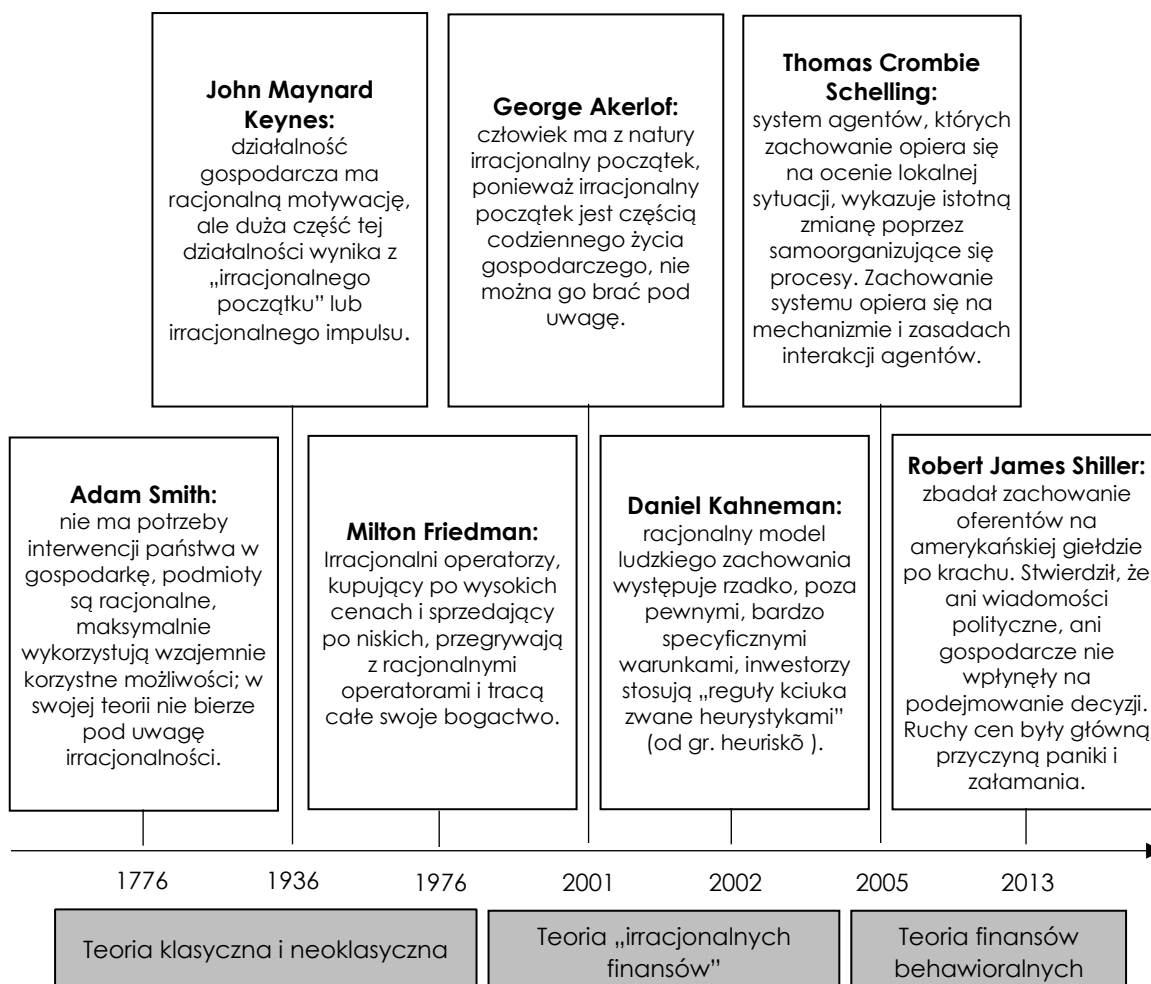
Teoria neoklasyczna pokazała zachowanie człowieka jako robota, który rozwiązuje swoje problemy tylko wtedy, gdy przychodzi do podejmowania decyzji, opierając się na korzyściach i kosztach, podążając za swoim celem. Nowe modele człowieka ekonomicznego pokazują nam wagę uczuć w podejmowaniu decyzji i to jest istota ekonomii behawioralnej, pod którą ekonomia ta jest wciąż znana. Przedmiotem jej badań jest odmienne, nowe spojrzenie na zachowania i wzorce konsumenckie, które są najczęściej wykorzystywane przy podejmowaniu decyzji, w przeciwieństwie do klasycznej teorii ekonomii, ugruntowanej i znanej każdemu.

Związki ekonomii i psychologii sięgają starożytności i są już widoczne w pracach Ksenofonta czy Arystotelesa. Zapoczątkowany wówczas proces trwa nieprzerwanie do dnia dzisiejszego. Generalnie jednak początek ekonomii behawioralnej datuje się na XVIII wiek (Rysunek 2.1), kiedy to A. Smith (1759) w swojej pracy *'The Theory of Moral Sentiments'* opisał psychologiczne zasady indywidualnego zachowania. Twierdził wówczas, że wpływ na podejmowanie decyzji przez jednostki, mają emocje, aprobatę, dezaprobatę, uczciwość i niechęć do strat. Adam Smith słusznie zakładał, że ludzie świadomie realizują swoje ekonomiczne interesy. Jego teoria pomija jednak fakt, że jednostki mogą kierować się nieekonomicznymi motywami, zachowywać się nieracjonalnie i upierać się przy swoich błędach, to znaczy nie bierze pod uwagę irracjonalności. Stąd też istnieje wiele przykładów odstępstw od idei Adama Smitha zakładającej, że wszyscy zawsze się rozumieją, a kontrakty są zawsze zawierane między 'racjonalnymi' ludźmi, kierującymi się wyłącznie interesami ekonomicznymi.

Z punktu widzenia chociażby Johna Maynarda Keynesa (1936) o ekonomii decydują nie tylko racjonalne działania uczestników, którzy niewidzialną ręką wchodzi 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, musimy dowiedzieć się, jaki wpływ na nią ma irracjonalny początek. 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.



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.

Można zatem powiedzieć, że dzięki A. Smith’owi ekonomiści, którzy wcześniej koncentrowali się głównie na własności dóbr i ich wymianie, zwrócili uwagę na wpływ, jaki interes własny wywiera na zachowanie człowieka. I tak dla przykładu J. Bentham (1781) w swojej pracy ‘*An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*’ postulował nie tylko mierzenie użyteczności na podstawie konsumpcji, ale także uczucia szczęścia odczuwanego przez człowieka. Z kolei J.M. Clark wielokrotnie wskazywał, że ekonomiści powinni brać pod uwagę naturę ludzką i polegać na pracy psychologów. Twierdził, że wyliczenia mogą tylko oznajmić człowiekowi, co może stracić działając

w określony sposób, ale nie są w stanie mu powiedzieć, czy jest skłonny zaakceptować oszacowane straty (Clark, 1918).

Podczas gdy ekonomia proponuje formalne, normatywne modele zachowań, które wyznaczają zasady racjonalnego wyboru, psychologia przygląda się, w jaki sposób ludzie faktycznie podejmują decyzje finansowe i konfrontuje swoje obserwacje z teoriami ekonomicznymi. W niektórych przypadkach ta konfrontacja ujawnia, że zachowanie ludzi na rynku nie jest zgodne z założeniami modelu normatywnego.

Wynika to oczywiście z innej konstrukcji modeli teoretycznych. W psychologii dominuje podejście badawcze oparte na wnioskowaniu indukcyjnym, natomiast metodologia ekonomii oparta jest na wnioskowaniu dedukcyjnym. To wyraźnie pokazuje różnicę między ekonomią i psychologią. Podczas gdy w ekonomii dominują teorie normatywne określające zasady racjonalnego zachowania, psychologia 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 teorią decyzji oraz teorią gier. Pierwszym ośrodkiem takich badań był Uniwersytet w Michigan, w literaturze określany amerykańską szkołą interdyscyplinarnych teorii decyzji. Badania z danego zakresu zapoczątkował Clyde Hamilton Coombs, twórca teorii danych. Następnie W. Edwards – wywodzący się ze tej szkoły - rozwinął ośrodek badań nad decyzjami na Uniwersytecie Kalifornijskim. Jednym z pierwszych przedstawicieli teorii był również Howard Raiffa z Harvard University Business School w Bostonie (Poskrobko, 2016).

Pojęcie ekonomii behawioralnej zostało po raz pierwszy użyte jednak dopiero w 1958 r. przez K. Bouldinga, który pisał o potrzebie zbadania tych aspektów ludzkiego wyobrażenia lub struktur poznawczych i emocjonalnych, które wpływają na decyzje ekonomiczne (Angner i Loewenstein, 2006). Powstanie nowej ekonomii behawioralnej datuje się na rok 1979, kiedy to ukazała się praca D. Kahnemana i A. Tversky'ego *'Prospect Theory: An Analysis of Decisions under Risk'*, w której autorzy skupili się na mechanizmach podejmowania decyzji w warunkach ryzyka. Mianowicie zaproponowali zastąpienie klasycznego modelu pełnej racjonalności modelem uwzględniającym stopień awersji do ryzyka i jej wpływ na preferencje podmiotów gospodarczych (Kahneman i Tversky, 1979). Na podstawie wyników D.B. Kahneman i A.B. Tversky, niecały rok później, R.H. Thaler opublikował w *Journal of Economic Behaviour and Organizations* artykuł *'Toward a Positive Theory of Consumer Choice'*, który jest powszechnie uważany za podstawę do wyjaśnienia założeń i metod ekonomii behawioralnej (Thaler i Shefrin, 1988). Jak słusznie twierdzą M. Brzeziński, M. Gorynia i Z. Hockuba (Brzeziński, Gorynia i Hockuba, 2008), behawioralna ekonomia to niewątpliwie trend, który był częścią lat 80. i trwał od lat 80. Odwrotny imperializm, w ramach którego ekonomia uczy się i czerpie z innych dyscyplin, współpracuje z nimi, a czasem im się poddaje. Według wyżej wymienionych autorów ekonomia behawioralna stara się konstruować ekonomiczne modele ludzkiego myślenia i zachowań, które czerpiąc silnie z dorobku psychologii, byłyby bardziej realistyczne i opisywały braki, ograniczenia i niedostatki ludzkiej racjonalności poprzez opisowo adekwatną teorię podejmowania decyzji. Z drugiej strony S. Matial definiuje ekonomię behawioralną jako dyscyplinę naukową zajmującą się analizowaniem ludzkich zachowań w sprawach ekonomicznych. Analizując mechanizmy społeczno-psychologiczne leżące u podstaw zachowań ekonomicznych, tworzy model 'prawdziwego

człowieka', a nie 'ekonomicznego człowieka'. '(...) ma na celu (...) nadanie modelom ekonomicznym bardziej realistycznego wymiaru, a tym samym zwiększenie ich przydatności' (Wärneryd, 2004). Na przykład E. Wanner, który jako prezes Russel Sage Foundation przyczynił się do wyodrębnienia ekonomii behawioralnej jako naukowej subdyscypliny, napisał, że ekonomia behawioralna to zastosowanie kognitywistyki⁸ w rzeczywistym procesie decyzyjnym, a nie nazywanie jej ekonomią poznawczą oznacza, że 'nie byliśmy wystarczająco odważni' (Angner i Loewenstein, 2006).

Jak uważają J.F. Tomer (Tomer, 2007) i R. Frantz (Frantz, 2013), ekonomia behawioralna nie jest szkołą jednorodną, ale jest zbiorem różnych teorii, w tym ekonomii psychologicznej (R. Thaler, E. Fehr, G. Loewenstein, M. Rabin, P. Slovic, D. Ariely), makroekonomii behawioralnej (G.A. Akerlof, R. Kranton), neuroekonomii (C.F. Camerer, V.S. Ramachandran, S. McClure, M. Platt, P. Glimcher, K. McCabe), ekonomii ewolucyjna (R.R. Nelson, S.G. Winter), finansów behawioralnych (R. Schiller, H. Shefrin, R. Thaler, A. Shleifer, W.F.M. de Bondt), ekonomii eksperymentalnej (V. Smith, D. Prelec, D. Simester), ekonomii złożoności (W.B. Athur, E.D. Beinhocker) i neuroksięgowości (M.D. Hauser, J. Dickhaut, G. Waymire).

Reasumując ekonomia behawioralna to teoria składająca się z różnych hipotez, narzędzi i technik. Jest zbudowana z wielu różnych kierunków, które nie są ze sobą ściśle powiązane. Konsekwencją tego są różne frakcje rozwinięte w ramach ekonomii behawioralnej, takie jak: ekonomia ewolucyjna, ekonomia eksperymentalna, makroekonomia behawioralna, neuroekonomia, finanse behawioralne i neurotransmisja. Skupia się na problemie decyzji ekonomicznych, które stanowią te sytuacje decyzyjne, które posiadają ekonomiczne konsekwencje dla podmiotu bądź dla większego systemu, w ramach jakiego funkcjonuje lub jakiego decyzje te dotyczą. Uwzględnienie zmiennych psychologicznych oraz społecznych wyróżnia ją od klasycznych analiz decyzyjnych ekonomii.

Wielu ekonomistów i psychologów uważa swoje projekty badawcze za zasługi w opracowaniu teorii na temat założeń i idei ekonomii behawioralnej. Nie sposób wszystkich tutaj wymienić. Generalnie jednak można dokonać próby kwantyfikacji prowadzonych badań do kilku kierunków (nurtów, modeli, ...). Oto i one:

- formułowanie założeń (*forming assumptions*) - ma wyjątkowo silną wartość, ponieważ wybory można przedstawić z realistycznie ocenianą użytecznością. Proces ten obejmuje wiele zmiennych, które ostatecznie zależą od przydatności towarów. Patrzenie na wybory w wyniku poznania prowadzi nas do oczywistego naruszenia reguł formułowania założeń, ponieważ zaznaczone wybory wpływają na kierunek uwagi na różne bodźce, a tym samym wpływają na sam wybór, zwany różnymi punktami widzenia. Osoby są ograniczone przez ich zdolność do przetwarzania informacji i znajdowania najlepszego rozwiązania w celu znalezienia satysfakcjonującego rozwiązania. Jako odzwierciedlenie poszczególnych atrybutów przy podejmowaniu takiej decyzji mamy zasadę maksymalizacji użyteczności opartej na subiektywnych prawdopodobieństwach.
- wybór oparty na ryzyku (*risk-based choice*) - badania ekonomiczne mają na celu analizę założeń dotyczących ryzyka, w przypadku których prawdopodobieństwo może być bardziej subiektywne w odniesieniu do kosztów i korzyści przekraczających limit

⁸ Kognitywistyka – nauka zajmująca się obserwacją i analizą działania zmysłów, mózgu i umysłu, w szczególności ich modelowaniem.

czasowy. Osoby dokonują normalnych wyborów z równym prawdopodobieństwem w porównaniu z wyborami ryzykownymi. Perspektywiczna teoria wskazuje na zależność relacji i zmniejszenie wrażliwości psychofizycznej wskazującej na refleksję ryzykownego wyboru względem punktu odniesienia. Brak obiektywizmu w podejmowaniu decyzji jest znacznie większy w przypadku niskiego prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepewnych niż w sytuacjach, w których występuje duże prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń niepewnych lub większego ryzyka. Osoby o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia niepewnego zdarzenia bardziej reagują na przetwarzanie wszystkich istotnych informacji, wyznaczając punkt odniesienia, na temat którego postrzegają sytuację jako zysk lub stratę.

- wybór pod wpływem różnorodności (*choice influenced by multiplicity*) - subiektywna teoria oczekiwanej użyteczności prowadzi do wniosku, że subiektywne prawdopodobieństwo jest tworzone przez chęć obstawiania. Ponieważ role wielu czynników decyzyjnych stają się coraz mniejsze, wybór zakładów może zależeć od subiektywnych umiejętności i pewności co do osobistego osądu. Subiektywne prawdopodobieństwo leży gdzieś pomiędzy możliwościami a chęcią postawienia zakładu. D. Schmeidler (Schmeidler, 1989) pokazał proste rozwiązanie, w którym ciężar podejmowania decyzji jest niezależny. Jego zdaniem wszystko, co zagraża zdolności przetrwania, będzie miało większy wpływ na zachowanie i decyzje. W konsekwencji ma to większe oddziaływanie na zachowanie i decyzje, ponieważ strata wiąże się ze zmniejszeniem przeżycia i większym prawdopodobieństwem śmierci.
- wybór czasu (*choice of time*) - jeśli jest dynamicznie stały, spadek wagi przyszłej użyteczności musi być wykładniczy. Kontrastuje to z codziennymi zachowaniami, w których zwlekanie z pokusą jest determinowane przez poprzedni wybór. Decydenci utrzymują obecną pozycję, gdy jej wynik będzie negatywny, a straty zawsze będą większe niż zyski.
- osobisty interes (*personal interest*) - idea, że ludzie troszczą się tylko o swoją osobistą użyteczność, nie jest centralnym punktem teorii racjonalnego wyboru. Ekonomisci są podejrzliwi wobec osób wyrażających troskę o użyteczność w interesie innych ludzi. Dlatego istnieją różne modele, które wyjaśniają, kiedy dbamy o osobiste korzyści, a kiedy chodzi o korzyści innych ludzi. Według M. Rabin'a (Rabin, 1993) i teorii gier gracze formułują decyzje dotyczące zachowania innych graczy na podstawie zachowania tych drugich, którzy dają mniej lub więcej pewności siebie i to jest punkt odniesienia. Zachowują się uprzejmie, jeśli inni gracze są mili, a niesprawiedliwie, gdy również ci są tacy. Rezultatem jest równowaga i dobre relacje. Jeśli mówimy o wzajemnie nieuczciwej relacji, mówimy o innej równowadze. Wyzwaniem jest pokazanie, że ta sama funkcja wartości może wykazywać dużą różnicę w grach.
- podejmowanie decyzji w statystyce bayesowskiej (*bayesian statistical decision - making*) - idea intuicyjnego podejmowania decyzji o prawdopodobieństwach w oparciu o reguły bayesowskie i zasady statystyczne. Kahneman i Tversky oparli swoje badania na teorii percepcji, wykorzystując różnicę między intuicyjnym podejmowaniem decyzji a zasadami normatywnymi. Na przykład postrzeganie oszczędności pojawia się, gdy nieoczekiwanie oszczędzasz lub niespodziewanie otrzymujesz pieniądze, i jest to najczęściej stosowane w przypadku dóbr luksusowych. Interesujący jest fakt, że ludzie wydają więcej pieniędzy, gdy ich nie widzą lub płacą

kartą, podczas gdy są mniej skłonni do wydawania pieniędzy, gdy płacą gotówką. Ludzie często zachowują się zgodnie z oczekiwaniami innych ludzi, tworząc w ten sposób zachowanie, które chcą widzieć u kogoś innego.

- równowaga (*balance*) - aby przesunąć granice indywidualnego wyboru i podejmowania decyzji, behawioryści przyczynili się do rozwoju równowagi rynkowej lub teorii gier. Badacze teorii gier nie zaakceptowali w pełni ani równowagi, ani roli przekonań. C. Camerer i T.-H. Ho (Camerer i Ho, 1999) stwierdzili, że gra wyrażana jest typem wzmocnienia, w którym wybrane strategie są silniejsze niż strategie niewybrane. Uznanie tego było stymulowane przez teorię podwójnego procesu, w którym widzimy wzmocnienie obecnych i już z góry określonych rezultatów.

Dokonując rozważań na temat ekonomii behawioralnej nie sposób nie odnieść się do jej podstaw, czyli do teorii podejmowania decyzji (*decision-making theories*). Proces ten jest bardzo złożony i aby go zrozumieć, a tym samym podejmować lepsze decyzje, konieczne jest zwrócenie uwagi na trzy składowe:

- konsekwencja - decyzje są podejmowane przez oczekiwane osobiste efekty lepiej niż w tradycji.
- właściwa struktura - rozważamy więcej opcji i myślimy o pożądanym konsekwencjach.
- odszkodowanie - większość naszych decyzji obejmuje opłaty transakcyjne, co jest bardzo ważne.

D.B. Kahneman uważa, że większość wniosków dotyczących podejmowania decyzji opartych na ryzyku pochodzi z eksperymentów. Te eksperymenty ze swoją prostotą stanowią podstawowe elementy podejmowania decyzji, a wszystko dotyczy hazardu. Najważniejsze badania dotyczące podejmowania decyzji może nawet opierać się na nieuzasadnionym optymizmie, że większość ludzi akceptuje przyszłość i konsekwencje swoich działań.

Teoria podejmowania decyzji jest wspólnym mianownikiem dla różnych teorii, które starają się opisać i wyjaśnić, w jaki sposób jednostki podejmują decyzje. Teorie te próbują określić zmienne wpływające na podejmowanie decyzji i dzielą się zasadniczo na dwie grupy:

- szacunki relatywnej atrakcyjności,
- oszacowania realizacji prawdopodobieństwa.

Kluczowe pytania, pojawiające się w teorii podejmowania decyzji, to: jak ludzie kształtują swoją ocenę użyteczności, jakie jest prawdopodobieństwo realizacji, jak ewentualne zmienne wpływają na ostateczną decyzję? Teoria podejmowania decyzji grupuje zatem w swoich szeregach zarówno ekonomistów jak i matematyków, psychologów czy filozofów. Wszyscy wymienieni generują kilka nurtów w tym zakresie:

- reguła Bayesa (*Bayesian principle*) - oblicza prawdopodobieństwo losowego wyniku, który zmienia się pod wpływem nowych informacji. Zaproponował to angielski ksiądz Bayes (XVIII w.), ale proces ten stał się popularny dopiero dwa wieki później, kiedy pojawiła się potrzeba rozwiązania problemów podejmowania decyzji w niebezpiecznych sytuacjach.
- teoria gier (*game theory*) - dział matematyki zajmujący się analizą podejmowania decyzji w problematycznych sytuacjach społecznych, gdy decyzja jednej strony koliduje z decyzją drugiej. Dziś takie podejście jest wszechobecne przy podejmowaniu

decyzji ekonomicznych, dyplomatycznych i innych, których celem jest osiągnięcie jak największych korzyści przy jak najmniejszych stratach.

- teoria prawdopodobieństwa (*probability theory*) - matematyka służy do obliczania zdarzeń losowych, co jest podstawą większości technik statystycznych. Początki tej teorii pochodzą z ryzykownych gier, w których ryzyko chce określić prawdopodobieństwo. Teoria ta opiera się na jednorodności zjawisk naturalnych z jednakowym prawdopodobieństwem wyniku.
- teoria motywacji (*motivation theory*) - próbuje dowiedzieć się, co nas motywuje lub przynajmniej odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób decydujemy o motywowanym zachowaniu. Stanowi część teorii treści i procesów. Teorie treści zaczynają się od teorii instynktu, bodźców zewnętrznych i teorii zaspokajania potrzeb organicznych. Dlatego są starsze niż teorie procesów. W teorii treści, jedna z najbardziej znanych, należy do teorii hierarchii motywów Maslowa. Według niej istnieją potrzeby fizjologiczne, od najniższych do najwyższych, takich jak potrzeba samowznoszenia. Należy podkreślić, że potrzeby na wyższych poziomach pojawiają się tylko wtedy, gdy te na niższych szczeblach zostały już zrealizowane. Potrzeby na niższym poziomie u różnych osób są podobne, a to, co je różnicuje, to potrzeby z wyższych poziomów w hierarchii.
- model optymalizacji (*model optimization*) - maksymalizacja wyników jest rezultatem zachowania jednostek podczas podejmowania decyzji. To właśnie model optymalizacji opisuje ją w pewnych krokach: określ potrzebę podjęcia decyzji; określ kryteria podejmowania decyzji; przypisywanie rozważań do niektórych kryteriów; opracuj alternatywy; oceń alternatywy; wybierz najlepsze opcje. Model optymalizacyjny będzie opisywał rzeczywisty proces podejmowania decyzji przez poszczególne osoby tylko wtedy, gdy zrozumiemy założenia, które są takie same, jak dla pojęcia racjonalności. Konieczne jest między innymi, aby same założenia były ukierunkowane na cel, znane były wszystkie opcje, jasne i trwałe preferencje, a ostatecznie pozwoli to osiągnąć jak najlepszy wynik lub wybrać najwyższej sklasyfikowaną alternatywę.
- model dający przyjemność (*A model that brings pleasure*) - proces podejmowania decyzji, który dostarcza rozwiązań wyjaśniających, że ludzie zamiast zajmować się optymalizacją, próbują znaleźć wystarczająco dobre rozwiązania. Model ten charakteryzuje się ograniczoną racjonalnością, złożoność zadań decydentów sprowadza się do łatwiejszego zrozumienia poziomu. Tak uproszczony model, dla zidentyfikowanego problemu, daje możliwość rozpoczęcia poszukiwania najlepszych kryteriów i alternatyw. Kryteria w tym przypadku to ograniczone i bardzo oczywiste wybory.
- 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. Uwzględnij tylko ten, który jest bardzo podobny lub nieznacznie różni się od bieżącego wyboru.

2.2. Finanse behawioralne jako część ekonomii behawioralnej

Finanse behawioralne to nowo rozwinięta podkategoria ekonomii behawioralnej. Głównym ich celem jest zrozumienie, w jaki sposób ludzie podejmują decyzje inwestycyjne i jak zachowują się, gdy podejmują decyzję finansową (DeBondt, Forbes, Hamalainen i Muradoglu, 2010).

Innymi słowy finanse behawioralne są częścią ekonomii behawioralnej, która badając indywidualne i społeczne skłonności poznawcze i emocjonalne, stara się wyjaśnić decyzje gospodarcze, ich wpływ na ceny rynkowe, dochód i alokację zasobów. Celem, w tym wypadku, jest poszukiwanie psychologicznych mechanizmów opisujących zachowania uczestników rynków finansowych. Można zatem powiedzieć, że finanse behawioralne starają się tłumaczyć zachowania inwestorów przy podejmowaniu decyzji, uwzględniając ich emocje. Głównym ich zadaniem jest zatem poszukiwanie, zrozumienie i przewidywanie wahań na rynkach finansowych wynikających z psychologicznych aspektów podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Jest to stosunkowo nowa dziedzina badań, która łączy behawioralne, poznawcze teorie psychologiczne z ekonomią i finansami, aby wyjaśnić, dlaczego ludzie przyjmują irracjonalne decyzje finansowe. Co więcej, ich istota ujawnia się bezpośrednio poprzez relacje finansowe, które powstają między organizacjami, osobami prawnymi i osobami fizycznymi, a także bezpośrednio między obywatelami w zakresie przyciągania, redystrybucji i inwestowania środków finansowych zgodnie z potrzebami interesariuszy.

Biorąc pod uwagę podejścia naukowców do zdefiniowania istoty finansów behawioralnych, można argumentować, że jedną z głównych ich cech jest zastosowanie psychologii w teorii finansów. D. Hirschleifer (2015) zauważa na przykład, że finanse behawioralne badają osobliwości stosowania psychologii do finansowania, koncentrując się na indywidualnym poziomie uprzedzeń poznawczych. Z kolei zdaniem K. Beckera i J. Nofsingera (2010) finanse behawioralne są kierunkiem, który stara się wyjaśnić specyfikę podejmowania decyzji ekonomicznych poprzez połączenie psychologii behawioralnej i poznawczej z konwencjonalną ekonomią i teorią finansów. M. Weber (1998) definiuje je jako ścisłą kombinację indywidualnego zachowania i zjawiska rynkowego, wykorzystującą wiedzę zapożyczoną zarówno z psychologii, jak i teorii finansów. Natomiast S. Flejterski (2007) argumentuje, że finanse behawioralne badają rzeczywiste zachowania ludzi w odniesieniu do ich finansów, a ściślej - sposobu, w jaki psychika wpływa na indywidualne decyzje finansowe.

Teoria finansów behawioralnych rozważana jest zasadniczo w kontekście przeciwstawienia jej tradycyjnej (neoklasycznej) teorii finansów, opartej na założeniu racjonalności, teorii oczekiwanej użyteczności, hipotezie efektywnego rynku, nowoczesnej teorii portfela itd. (Tabela 2.1). W szczególności M. Statman (2008) stwierdza, że finanse behawioralne oferują alternatywne podejście do podstawowych założeń finansowych, w szczególności inwestorzy są bardziej 'normalni' niż racjonalni; rynek jest nieefektywny. Inwestorzy tworzą portfele zgodnie z zasadami behawioralnej teorii portfela, w której ryzyko nie jest walone beta, a przyszłe zwroty są określane nie tylko przez ryzyko. Tego typu stwierdzenie jest przeciwwagą dla tradycyjnych teorii finansów, które opierają się na dwóch głównych założeniach, a mianowicie, że człowiek jest racjonalny, a rynek jest wydajny (Fama, 1970). Lecz ani ludzkie działanie, ani rynek nie są wydajne. Burzliwa i nienormalna sytuacja na rynku nie jest wyjaśniona bowiem przez standardowe

finanse. Co więcej, gdy nadchodzi moment podjęcia decyzji finansowej to czynniki psychologiczne i emocje wpływają na ludzkie zachowanie, a gdy inwestorzy są zestresowani i zdenerwowani, tracą zdolność do prawidłowych i racjonalnych decyzji i dlatego często podejmują błędne.

Tabela 2.1. Tradycyjne teorie finansów vs. teorie finansów behawioralnych

Autor	Rok	Teoria/Pojęcie/Model
Tradycyjne teorie finansów		
John Stuart Mill	1844	Wprowadził pojęcie człowieka ekonomicznego lub <i>homo economicus</i> .
Bernoulli	1738, 1954	Teoria oczekiwanej użyteczności
Von Neumann i Morgenstern	1944	
Harry Markowitz	1952	Teoria portfelową Markowitza
Treynor, Sharpe i Lintner	1962, 1964, 1965	Model wyceny aktywów kapitałowych (CAPM)
Jan Mossin	1966	
Eugene Fama	1970	Hipoteza efektywnego rynku
Teorie finansów behawioralnych		
Herbert Simon	1955	Modele ograniczonej racjonalności
Festinger, Riecken i Schachter	1956	Teoria dysonansu poznawczego
Tversky i Kahneman	1973, 1974	Wprowadzono błędy heurystyczne: dostępność, reprezentatywność, zakotwiczenie i dostosowanie
Kahneman i Tversky	1979	Teoria perspektywy
Tversky i Kahneman	1981	Wprowadzono ramy stronniczości (uprzedzeń)
Richard Thaler	1985	Wprowadzono nastawienie księgowo
De Bondt i Thaler	1985	Teoria nadmiernej reakcji na giełdach
Barberis, Shleifer and Vishny	1998	Model sentymentu inwestorów
Meir Statman	1999	Behawioralna teoria wyceny aktywów i behawioralna teoria portfela
Andrei Shleifer	2000	Powiązanie finansowania behawioralnego z efektywnym rynkiem. Hipoteza stwierdzająca, że rynki akcji są nieefektywne
Barberis, Huang and Santos	2001	Włączenie teorii perspektyw do cen aktywów
Grinblatt i Keloharju	2001	Rola czynników behawioralnych w określaniu zachowań
Hubert Fromlet	2001	Znaczenie finansów behawioralnych. Nacisk na odejście od <i>homo economicus</i> lub tradycyjnego paradygmatu na rzecz bardziej realistycznego paradygmatu
Barberis i Thaler	2003	Badanie finansów behawioralnych
Coval i Shumway	2006	Wpływ uprzedzeń behawioralnych na ceny akcji. Odwrócenie ceny w przypadku tendencyjnych inwestorów jest szybsze niż w przypadku inwestorów bezstronnych

Źródło: opracowanie własne.

Podstawy tradycyjnych teorii finansów zostały zaakceptowane na całym świecie i zasadniczo nigdy nie były zakwestionowane. Jednak wraz z upływem czasu ich założenia nie są już tak istotne w procesie podejmowania prawidłowych decyzji inwestycyjnych i stąd też pojawił się nowy sposób badania finansów, znany jako finanse behawioralne oparty na połączeniu behawioralnych i poznawczych teoriach psychologicznych z jednej strony oraz konwencjonalnej ekonomii i finansów z drugiej. Nurt ten miał za zadanie wyjaśnić przyczyny nieracjonalnych decyzji finansowych niektórych osób (Hellmann, 2016).

Dynamiczny rozwój nowej koncepcji został doceniony przez środowisko naukowe ekonomistów przyznaniem w 2002 roku Nagrody im. Nobla w dziedzinie nauk ekonomicznych. Oficjalny komunikat stwierdza, iż w 2002 roku jednym z dwóch laureatów został: Daniel Kahneman (Uniwersytet Princeton) za zintegrowanie wyników z badań

psychologicznych w naukach ekonomicznych, zwłaszcza tych dotyczących ludzkich sądów i podejmowania decyzji w warunkach niepewności. Należy w tym miejscu dodać, że w 2002 roku drugim laureatem został Vernon Smith, który jest przedstawicielem ekonomii eksperymentalnej, mającej pewne związki z ekonomią behawioralną.

Zarówno jedna jak i druga z teorii ma swoje mocne i słabe strony. Finanse neoklasyczne jako in plus mogą pochwalić się systematycznością i rygorystycznymi ramami. Z kolei główną ich słabością jest poleganie na nierealistycznym założeniu, że wszyscy decydenci są w pełni racjonalni. Natomiast mocną stroną finansów behawioralnych jest wykorzystanie założeń opartych na ustaleniach z literatury psychologicznej na temat tego, jak ludzie unikają w pełni racjonalnego zachowania. Jedną z głównych słabości jest opieranie się przez ich zwolenników na doraźnym zbiorze modeli, którym brakuje wzajemnej 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 wyzwanie dla perspektyw wydajnych rynków, kładąc nacisk na sposoby, pozwalające inwestorom interpretować informacje, którymi dysponują. Umożliwiają lepsze zrozumienie zachowań inwestorów i wydarzeń zachodzących na rynkach finansowych. Korzystanie z finansów behawioralnych pomaga inwestorom w podejmowaniu lepszych decyzji dotyczących ich inwestycji na coraz bardziej złożonych i trudnych rynkach finansowych.

Badacze behawioralni Barberis i 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).

Odnosząc się do wcześniejszych definicji warto również przytoczyć chociażby podejście J.R. Rittera (2003) w odniesieniu do finansów behawioralnych. Uważa on na przykład, że finanse tego typu to paradygmat, który bada rynki finansowe w oparciu o modele szersze niż te oparte na teorii użyteczności Neumanna Morgensterna i założeniach arbitrażowych. Finanse behawioralne uzasadniają modele, w których uczestnicy rynku nie są w pełni racjonalni ze względu na specyfikę przekonań i błędnych ocen. Autorzy tacy jak M. Sewell (2010) i H. Shefrin (2008) postrzegają finanse behawioralne jako kierunek badający wpływ zjawisk psychologicznych na zachowania finansowe inwestorów i rynki finansowe. Ricciardi i H.K. Simon (2000) zauważyli, że istota finansów behawioralnych ujawnia się poprzez odkrycie istoty dyscyplin, na których to zostały utworzone. Główną ich cechą jest ich integracja z różnymi teoriami, szkołami i trendami. Finanse behawioralne to dyscyplina oparta na podejściu interdyscyplinarnym, która angażuje pracowników akademickich w naukach społecznych i szkołach biznesowych (Rysunek 2.2).



Rysunek 2.2. Interdyscyplinarność finansów behawioralnych.

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

Jak wskazano już wcześniej finanse behawioralne mają swoje korzenie w psychologicznych badaniach nad podejmowaniem decyzji przez ludzi. Uwzględniają różne uprzedzenia psychologiczne, które posiada człowiek. Te uprzedzenia ostatecznie prowadzą do irracjonalnych decyzji. Finanse behawioralne uwzględniają teorie oparte na psychologii, aby wyjaśnić anomalie na rynkach finansowych. Finansowanie behawioralne to nic innego jak zrozumienie, jak psychologia wpływa na podejmowanie decyzji inwestycyjnych (Shefrin, 2001). Wzorzec inwestycji lub czynnik behawioralny, który ma wpływ na inwestycję, to strach, miłość, chciwość, optymizm i instynkt stadny (Fischer i Gerhardt, 2007). Oprócz czynników wpływają na to również emocje, zbyt duża pewność siebie, niedowierzenie, bańka giełdowa itp. Finanse behawioralne można rozumieć na trzech stanowiskach psychologicznych. Są to psychologia poznawcza lub behawioralna, reakcje emocjonalne i psychologia społeczna.

Istnieje szereg nieodłącznych czynników, które faktycznie kierują inwestora przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnej. Czynniki te nie są brane pod uwagę, ale nadal mają wpływ na inwestycję. Rynki mają duże znaczenie finansowe i społeczne, stąd subiektywne emocje dominują nad obiektywnym i logicznym podejściem. Finanse behawioralne uwzględniają zatem ludzkie emocje towarzyszące podejmowaniu wszelkich decyzji finansowych. Te z kolei są niezbędne w każdym ludzkim kryterium podejmowania decyzji (Mitroi i Oproiu, 2014).

W wyniku tego w literaturze dotyczącej finansów behawioralnych wyróżnia się analizę zachowań inwestorów, ale także analizę zachowań rynków kapitałowych (Shefrin, 2000). Do pierwszej z wymienionych zalicza się teorię perspektywy, badania prowadzone nad efektem predyspozycji czy też dotyczące zniekształceń poznawczych (heurystyk⁹). Rozpatrując z kolei analizę zachowania się rynku kapitałowego mamy zawsze na myśli badania nad anomaliami sezonowymi, fundamentalnymi bądź też związanymi z nad

⁹ Heurystyka - uproszczona reguła myślenia, utrwalona zasada postępowania

reaktywnością rynków kapitałowych. Konsekwencją tego oraz podziału przedstawionego w Tabeli 2.1 jest kategoryzacja teorii finansów behawioralnych do czterech zasadniczych grup:

- 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 zostali poproszeni o wybranie alternatywy w obliczu niepewności i ryzyka. Znaczna liczba eksperymentów D. Kahnemana i A. Tversky'ego (1979) – prekursorów tego typu teorii - wykazała, że jednostki są raczej nieefektywnymi procesorami przepływu informacji, ponieważ podejmują szybkie i niezadowolające decyzje, a nie te oparte na rozważnej logice;
- teorii zachowań inwestorów (*theory of investor behaviour*) - polega na braku szybkiej reakcji inwestorów na nowe informacje (zarówno pozytywne, jak i negatywne) dostarczane przez rynek na temat emitentów. Amerykański ekonomista A. Schleifer (2000) wyjaśnił ten wzorec konserwatyizmu myślenia i błędnego zastosowania modeli teorii prawdopodobieństwa. Efekt konserwatyizmu przejawia się w braku reakcji na negatywne informacje, co często obserwuje się w sytuacjach, gdy informacje nie odpowiadają opinii emitenta. Opóźniona lub ograniczona reakcja powoduje straty. Nieprawidłowa praca z modelami teorii prawdopodobieństwa jest także konsekwencją nieodpowiedniego postrzegania informacji. Na podstawie szeregu pozytywnych informacji inwestor widzi przyszły trend w przyszłości, który prowadzi do przeszacowania instrumentów finansowych i spadku dochodów ich właściciela.
- teorii handlu hałasem (*theory of noise trading*) (Trueman, 1988) - to konsekwencja ciągłej obecności na rynku niezwyfikowanych danych, plotek i porad 'ekspertów', którzy tak naprawdę nimi nie są i nazywani są 'handlarzami hałasem'. W takich okolicznościach operacje są często wykonywane nie na podstawie aktualnych i wiarygodnych informacji, ale w oparciu o 'szum'. W rezultacie racjonalni uczestnicy rynku ('handlarze informacjami') konkurują na rynku z uczestnikami irracjonalnymi ('handlarzami hałasem') i uzyskują na nich dodatkowy dochód. Nie byłoby jednak takich przychodów, gdyby transakcje dokonywane były wyłącznie w oparciu o rzetelne informacje.
- teorii efektywności działań przedsiębiorcy (*theory of effectiveness of trader's operations*) - badania przeprowadzone w USA i Kanadzie wykazały korelację między cechami psychologicznymi 'traderów' a ich wynikami. Na tej podstawie wyciągnięto wnioski o potrzebie posiadania przez potencjalnego uczestnika rynku następujących cech: brak chęci podbicia rynku i przejęcia nad nim kontroli; zdolność odczuwania indywidualnej bariery akceptowalnego ryzyka i krańcowej wartości kapitału podwyższonego ryzyka; umiejętność wyczuwania selektywności percepcji i pamięci; umiejętność rozpoznawania stanu stresu i rozwijania mechanizmów ochronnych przed nieprzemyślanymi działaniami; umiejętność abstrahowania od własnych emocji i doświadczeń; umiejętność uwzględniania wpływu negatywnych postaw, preferencji i nastrojów; brak psychologicznej zależności od handlu. Występowanie takich cech rodzi 'handlowy optymizm' - konieczny i wystarczający warunek pomyślnej aktywności na giełdzie. Jednak optymizm handlowy kształtuje się dopiero w procesie działalności finansowej i inwestycyjnej w miarę wzrostu liczby udanych operacji (Baker i Nofsinger, 2010).

Próbując wykazać olbrzymie znaczenie i sukces jakie odniosło podejście behawioralne w zagadnieniach finansowych nie sposób pominąć nieco odmiennego sposobu wykazania jego interdyscyplinarności. Podejście to odnosi się do dyscyplin naukowych, których przedstawiciele podjęli próbę wykorzystania koncepcji finansów behawioralnych w tzw. analizie zjawisk finansowych, koncentrując się zwłaszcza na procesach zachodzących na rynkach finansowych (Jajuga, 2008).

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

- ekonomia eksperymentalna (*experimental economics*), w tym tzw. finanse eksperymentalne – odnosi się do testowania mechanizmów rynkowych poprzez zastosowanie szeroko pojętych eksperymentów w celu testowania zachowań uczestników rynku (Smith, 1962);
- neuroekonomia (*neuroeconomics*) wraz z neurofinansami (*neurofinance*) – związana jest z prowadzeniem badań wpływu zachowań jednostki ludzkiej na podejmowane decyzje ekonomiczne oraz finansowe. Odnosi się stricte do analizy wpływu procesów neurofizjologicznych zachodzących w ludzkim mózgu na zachowanie człowieka;
- genoekonomia (*genoeconomics*) – najmłodsza z subdyscyplin; warunkuje zachowania ludzkie w sferze ekonomii przyczynami o charakterze genetycznym;
- socjoekonomia (*socioeconomic*) – scala ekonomię i finanse ze zjawiskami społecznymi. Zakłada się, że miejscem, w którym następuje powiązanie efektów społecznych ze zjawiskami finansowymi jest sam rynek finansowy (MacKenzie, 2006).

Na podstawie podejść do definiowania natury finansów behawioralnych warto pokusić się o własną ich definicję, która podsumowałaby i rozszerzyła wcześniej opisane podejścia. Zatem przechodząc już do konkretów można określić je jako dziedzinę, która wykorzystuje wiedzę psychologiczną do wzmacniania i ulepszania zdolności wyjaśniających i predykcyjnych teorii finansowej poprzez badanie wpływu czynników irracjonalnych na decyzje finansowe osób fizycznych oraz ich oddziaływanie na rynki finansowe.

Reasumując wszystko to sugeruje, że podejście behawioralne koncentruje się przede wszystkim na czynnikach psychologicznych, które są najważniejsze w wyjaśnianiu wielu aspektów zachowań finansowych jednostki. Wykorzystanie czynników psychologicznych w analizie ekonomicznej dostarcza pełniejszych informacji o osobliwościach ludzkich zachowań, harmonijnie uzupełnia wnioski teorii ekonomii, pozwala lepiej wyjaśnić proces podejmowania indywidualnych decyzji przez populację, a tym samym pogłębia rozumienie strategii zachowań jednostek we współczesnych naukach finansowych. Finanse behawioralne na płaszczyźnie teoretycznej są zatem ugruntowane i rozwijane na kumulatywnych podstawach instytucjonalnych i w praktyce stają się coraz ważniejszym katalizatorem rozwoju rynków finansowych.

2.3. Analiza zachowań inwestorów i procesu decyzyjnego

W procesie kształtowania relacji ekonomicznych naukowcy zauważyli, że klasyczne teorie finansowe nie są w stanie wyjaśnić wszystkich decyzji finansowych, ponieważ w praktyce często zachowanie jednostek różni się od tego, co opisuje teoria.

W odpowiedzi na niepowodzenie podstawowych teorii klasycznych w wyjaśnianiu anomalii na rynkach finansowych wyłonił się więc behawioralny model podejmowania decyzji finansowych. Finansowanie behawioralne stało się nowym trendem w naukach finansowych, który wyjaśnia, dlaczego jednostki podejmują irracjonalne decyzje finansowe i jaka jest ich psychologia, a mianowicie: stereotypowe myślenie, emocje, błędy poznawcze, wpływają na osobiste zasoby finansowe.

Francuski socjolog G. Le Bon jako pierwszy zauważył cechy irracjonalnego zachowania i opisał w pracy *'Psychologia ludów i mas'* wpływ rynku na proces decyzyjny jednostki. Wszystkie decyzje podzielił na dwa typy: pierwszy to decyzje przypadkowe, natychmiastowe, a drugi to decyzje regulowane prawem i popierane przez opinię publiczną. Naukowiec udowodnił, że ludzie w tłumie zaczynają zachowywać się inaczej niż sami. Oznacza to, że dość często są narażeni na wpływy zewnętrzne, nawet jeśli wiedzą, że źródło tego wpływu jest nieprawdziwe (Le Bon, 1977).

Według E.J. Langer, profesora psychologii na Uniwersytecie Harvarda, irracjonalne decyzje są konsekwencją iluzji kontroli, to znaczy jednostki przeceniają swoją zdolność do kontrolowania wydarzeń i uważają, że kontrolują konsekwencje zdarzenia, a zatem mogą narażać się na większe ryzyko chociaż w rzeczywistości nie mają takich 'kontrolerek' (Langer i Roth, 1976).

Laureat Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii, Maurice Félix Charles 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 podstawowe zasady 'teorii oczekiwanej użyteczności' oraz udowodnił jej względność i niejednoznaczność.

H. Raiffa (Raiffa, 1968), założyciel analizy decyzji, negocjacji i teorii gier, spędził ostatnie czterdzieści lat swojego życia, ucząc podejmowania decyzji na Uniwersytecie Harvarda i Harvard Business School. W swojej pracy *'Wybór w niepewności'* przekonywał, że kiedy przychodzi czas na podjęcie ważnej decyzji, odczuwamy różne uczucia, od zwątpienia do pewności siebie, od chęci odłożenia decyzji w czasie po chęć przejścia przez ten etap tak szybko, jak to możliwe, od wątpliwości do rozpacz. Z tego powodu odczuwamy dyskomfort, który często powoduje u nas podejmowanie pochopnych decyzji lub zwlekanie, chociaż czasami polegamy na przypadku: rzucamy monetą, bądź pozwalamy na dokonywanie wyborów za kogoś lub czas. Rezultatem bywa przeciętny wybór, którego powodzenie w dużej mierze zależy od szczęścia.

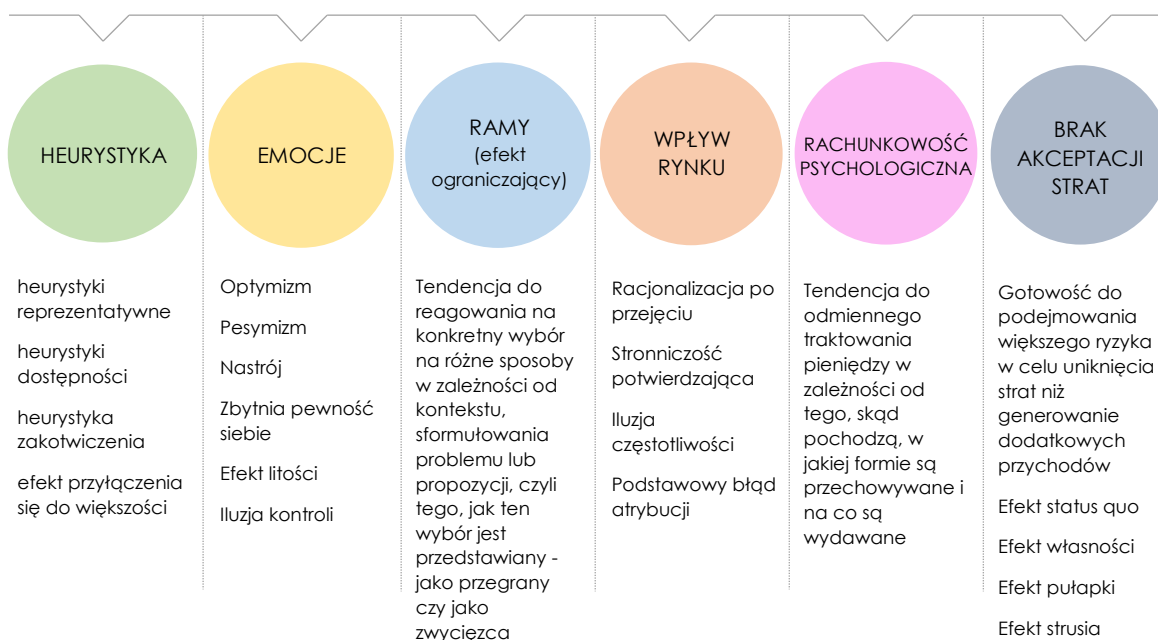
Naukowcy badający rynki finansowe od kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu już lat próbują wyjaśnić zachodzące na nich procesy tendencją behawioralną, odchodząc od wpływu racjonalnych teorii. Dzieje się tak, ponieważ na zachowania inwestycyjne inwestorów indywidualnych wpływają uprzedzenia psychologiczne. Jak wykazano w poprzednim podrozdziale D. Kahneman jest osobą, która zrobiła największy krok naprzód w tym zakresie. Dał on bowiem jasno do zrozumienia, że inwestorzy nie są racjonalni, a w ich decyzjach dominują czynniki psychologiczne. Ponadto opublikowano wiele badań pokazujących, że inwestorzy nie mogą podejmować racjonalnych decyzji dotyczących sytuacji niepewności i ryzyka (Cornicello, 2004) (Nofsinger, 2005).

Inwestorzy i jednostki są uważani za racjonalne istoty starające się zwiększyć swoje osobiste interesy (Shleifer A., 2004). Jeśli chodzi o finanse behawioralne, pojawiły się one jako przeciwieństwo racjonalnych modeli podejmowania decyzji i przyjęły racjonalne lub ograniczone racjonalne podejście. Innymi słowy, klasyczna koncepcja finansów zakłada,

że gracze rynkowi podejmują logiczne decyzje, podczas gdy finansiści behawioralni twierdzą, że jest odwrotnie, że rynki działają na psychologię inwestora i że inwestorzy mają pewne koncepcje psychologiczne, takie jak uprzedzenia i nadmierna pewność siebie na etapach podejmowania decyzji (Keklik, 2011).

Finanse behawioralne badają czynniki psychologiczne i socjologiczne, które wpływają na decyzje podejmowane przez osoby podejmujące decyzje inwestycyjne. Niemożliwe jest, aby inwestor indywidualny działał racjonalnie, ale zakłada się, że w tradycyjnych rozwiązaniach finansowych istnieje ciągła racjonalność, zrozumienie. Jeśli chodzi o finanse behawioralne, mówi się, że ludzie są w wielu duszach, takich jak smutek i radość, a poziom decyzji będzie się zmieniać zgodnie z tymi nastrojami. Dowodzi to, że istnieją czynniki wpływające na zachowania ludzi.

Behawioralny model podejmowania decyzji finansowych opiera się na dwóch głównych teoriach behawioralnych: teorii poznawczej i teorii perspektywy. Ich zbadanie 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.

Podstawowa idea teorii poznawczej powstała w przeszłości, która przejawia się własną 'subiektywną rzeczywistością polityczną'. Raportowanie tego co jest prawdziwe, a co nie zostało jeszcze opublikowane, może dyktować nasze zachowania. Zatem uprzedzenia poznawcze często prowadzą do powstania percepcji, niedokładnego osądu, nielogicznej interpretacji czy też tego, co potocznie określa się mianem irracjonalności (Beck, 2008). W dzisiejszym środowisku decyzyjnym jednostka jest ograniczona w czasie i zasobach, co komplikuje optymalną analizę dostępnych danych.

Aby przyspieszyć reakcję na bodźce zewnętrzne, tworzone są pewne uproszczone algorytmy, heurystyki. Heurystyki to tak zwane najkrótsze ścieżki, które upraszczają złożone metody przetwarzania informacji potrzebne do podjęcia decyzji. Decyzje finansowe oparte na heurystycznych uproszczeniach często prowadzą do systematycznych błędów i uprzedzeń.

Główne typy heurystyk (*heuristics*) wpływających na proces podejmowania decyzji finansowych:

- heurystyka reprezentatywności (*representativeness heuristic*) - polega na szacowaniu prawdopodobieństwa na podstawie podobieństwa. Innymi słowy, ludzie są narażeni na stereotypy i mają tendencję do szacowania prawdopodobieństwa lub częstotliwości zdarzenia na podstawie tego, w jakim stopniu wydarzenie przypomina im zdarzenie typowe (Baumeister i Bushman, 2013);
- heurystyka dostępności (*availability heuristic*) - tendencja do wyciągania wniosków na podstawie dostępności odpowiednich obrazów i myśli. To, co przychodzi do głowy jednostki, często wydaje jej się najbardziej poprawne;
- heurystyka 'zakotwiczenia' (*'anchoring' heuristics*) polega na tym, że osoba dokonuje oceny konkretnej sytuacji na podstawie przedstawionych wcześniej informacji. Efekt ten jest często wykorzystywany w sprzedaży towarów lub usług. Na przykład mając do wyboru trzy opcje produktu: bardzo drogie, średnie i bardzo tanie, osoba preferuje opcję przeciętną, która wydaje się korzystniejsza niż inne;
- efekt przyłączenia się do większości (*bandwagon effect*) - skłonność do robienia lub wiary w to, co robi wiele osób. Decyzja ma związek z myśleniem grupowym i zachowaniem tłumu.

Rozważając problem podejmowania decyzji inwestycyjnych pod wpływem czynników behawioralnych i ich konsekwencje na poziomie mikro i makro, warto wspomnieć o pracy Ch. Mackaya *'Memories of extraordinary mass false judgments and madness of the crowd'* (Mackay, 1841), w której autor opisuje pojawienie się spekulantów cenowych, co doprowadziło do destabilizacji giełd (jeden z pierwszych przykładów irracjonalnych zachowań ludności, który później nazwano 'efektem tłumu'). Stało się to w wyniku masowej hysterii ludności (której najśłynniejszymi przejawami były: tulipomania w 1636 r. w Holandii; kalifornijska gorączka złota w 1840 r.; kryzys mórz południowych w Wielkiej Brytanii i innych krajach Europy w latach dwudziestych XX wieku; kryzys finansowy w XX wieku w Stanach Zjednoczonych). Na rynkach finansowych efekt ten nazwano kaskadą informacyjną, gdyż w takich przypadkach inwestor podejmuje decyzje obserwując działania większości uczestników rynku poprzez naśladowanie (Makkej, 2003).

Podobne poglądy można znaleźć także w książce francuskiego socjologa G. Le Bona (1977) pt. *'Mass consciousness'*, w której autor analizuje przesłanki formowania się i specyfikę przejawiania się irracjonalnego zachowania tłumu, uważając, że nie jest to koncepcja zbiorowa, ale oddzielny organizm z unikalnym organizmem; właściwości, które nie są specyficzne dla poszczególnych osób ('efekt tłumu'). Zdaniem badacza świadoma osobowość znika w tłumie. Co więcej, uczucia i idee poszczególnych podmiotów przyjmują wspólny kierunek w miarę formowania się myśli zbiorowej, która ma charakter tymczasowy i jasno określone cechy. W dużej mierze warunkiem ukształtowania się behawioralnego, a także każdego innego alternatywnego podejścia do analizy funkcjonowania rynków giełdowych, były kryzysy giełdowe, które okresowo

powstawały pod wpływem czynników, których tradycyjna teoria nie potrafi wyjaśnić, a także zaoferować skutecznych mechanizmów przeciwdziałania.

W odniesieniu do rynków finansowych efekt ten nazwano ‘efektem kaskady informacyjnej’. ‘*To, co rejestruje się podczas wahań na giełdzie, to nie ludzkie wydarzenia, ale ludzkie reakcje na te wydarzenia. Nigdy nie podążaj za tłumem*’ - ostrzegwał Bernard Baruch (1997). Rzeczywiście, dość często inwestor podejmuje decyzje, obserwując i naśladując innych uczestników rynku. W warunkach ograniczonych możliwości terminowego odbioru i obsługi dość dużej ilości finansowej informacji, podążanie za zachowaniem tłumu może być czasem jedynym sposobem rozwiązania problemu wyboru w sytuacji niepewności. Dlatego ‘*wejście w psychologię tłumu pomaga nam lepiej zrozumieć zachowanie rynków finansowych*’ - zapewniał G. Pepper (2006).

Analizując zwroty akcji na giełdzie nowojorskiej w latach 1953–1977, K. French ujawnił ‘efekt dnia wolnego’ (później – ‘efekt dnia powszedniego’) (Fama i French, 1998). Na większości rynków rozwiniętych obserwuje się systematyczny spadek aktywności inwestorów, a co za tym idzie spadek zwrotów akcji w określone dni tygodnia. I tak dla przykładu Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Kanada, Niemcy, Włochy, Brazylia mają ‘efekt piątku’. Japonia, Francja, Australia, Hongkong, Singapur mają ‘efekt wtorku’. Rosyjska giełda charakteryzuje się zarówno ‘efektem piątku’ (największa aktywność biznesowa i rentowność), jak i ‘efektem środy’ (ujemna rentowność akcji), będącym swego rodzaju cechą narodową Rosji.

Emocje (*emotions*) również kierują procesem decyzyjnym i wpływają na preferencje i przekonania:

- nastawienie optymistyczne (*optimism*) to skłonność do oczekiwania dobrego wyniku nawet przy braku w rzeczywistości podstaw do takich oczekiwań;
- pesymizm (*pessimism*) - odwrotny efekt myślenia życzeniowego, skłonność osób, zwłaszcza osób z depresją, do przeceniania prawdopodobieństwa, że przytrafią się im negatywne rzeczy;
- efekt nastroju (*mood effect*) - ludziom lepiej przypomina się informacje, które odpowiadają ich aktualnemu nastrojowi. Według ostatnich badań nastrój wpływa na preferencje inwestorów przy podejmowaniu ryzyka, a także na zaufanie do własnych umiejętności i możliwości;
- efekt nadmiernej pewności siebie (*the overconfidence effect*) w odpowiedziach na pytania. Badania wykazały, że w przypadku niektórych pytań, na które 99% respondentów odpowiedziało ‘na pewno’, tylko 40% było rzeczywiście poprawnych;
- złudzenie kontroli (*illusion of control*) to skłonność ludzi do przekonania, że mogą kontrolować lub przynajmniej wpływać na wyniki wydarzeń, na które nie mają wpływu. Dość często człowiek może mieć przeświadczenie, że efekt końcowy zależy od jego możliwości (czyli istnieje swego rodzaju ‘złudzenie kontroli’ nad sytuacją), dlatego też jest skłonny do podjęcia znacznie większego ryzyka związanego z daną sytuacją. Na przykład ‘złudzenie kontroli’ może wpłynąć na decyzję inwestora o uczestnictwie lub nieuczestniczeniu w określonej transakcji finansowej, a także na kwotę środków, które jest on skłonny zaryzykować. Zjawisko to jest ściśle związane z ‘efektem nadmiernej pewności siebie’; własnych mocnych stron i umiejętności, co również stwarza szereg zagrożeń dla inwestora. Zbyt pewni siebie gracze rynkowi, mając nadzieję na dodatkowe zyski z tego, co uważają za doskonałą świadomość, kupują lub sprzedają akcje w pośpiechu, wiedząc, że strategię oparte na wysokich

obrotach handlowych działają gorzej niż strategie oparte na kupowaniu i utrzymywaniu akcji.

- efekt litości (*the regret aversion effect*) charakteryzuje się wyrzutem sumienia za błędną decyzję, która doprowadziła do negatywnego wyniku. Jednym ze sposobów uniknięcia efektu litości jest przeniesienie odpowiedzialności.

Inną psychologiczną cechą jednostek, która wskazuje na możliwe przyczyny irracjonalności w podejmowaniu decyzji finansowych, jest koncepcjonowanie, ramowanie (*framing*). W związku z tym D. Kahneman i A. Tversky napisali: *‘Rama, którą tworzy jednostka, wynika po części ze sformułowania problemu, a po części z reguł, przyzwyczajień i cech osobistych decydenta’* (Kahneman i Tversky, 1981). Oznacza to, że preferencje i decyzje ludzkie często zależą od tego, jak opisana jest sytuacja i jak prezentowane są wybory.

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

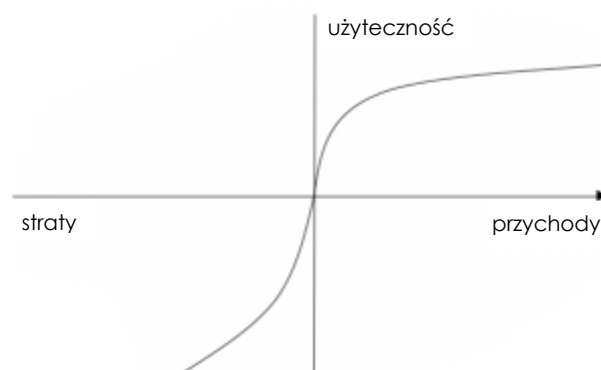
- racjonalizacja posprzedażowa (*post-purchase rationalization*), zwana także syndromem kupca sztokholmskiego (*Stockholm Buyer Syndrome*) - gdy osoba, która nabyła drogi produkt lub usługę, nie widzi jej wad w celu uzasadnienia zakupu;
- stronniczość potwierdzająca (*confirmation bias*) lub stronniczość z mojej strony (*bias on my part*) (‘po której jesteś stronie?’) - polega na wyszukiwaniu lub interpretowaniu informacji w taki sposób, aby potwierdzały własne przekonania lub hipotezy. Eksperymenty wykazały, że w wyniku tego uprzedzenia inwestorzy mogą działać z nadmierną pewnością siebie, ignorując dowody na to, że ich strategie spowodują utratę pieniędzy;
- iluzja częstotliwości (*frequency illusion*) - pojawia się gdy słowo, imię lub coś co ostatnio zwróciło twoją uwagę, pojawia się nagle w sposób, który często przyciąga twoją uwagę. Efekt ten jest znany jako zjawisko Baadera-Meinhofa. Fraza: *‘dziwne, ostatnio o tym słyszałem’* często przesądza o występowaniu tego zjawiska;
- podstawowy błąd atrybucji (*fundamental attribution error*) - tendencja do wyolbrzymiania wpływu wyjaśnień opartych na cechach osobowych przy wyjaśnianiu zachowania innych oraz pomniejszania roli i siły wpływu sytuacji na to samo zachowanie (uprzedzenia aktora obserwatora, błąd atrybucji grupowej, efekt pozytywności, efekt negatywności).

W analizie czynników behawioralnych mających wpływ na decyzje finansowe nie sposób pominąć koncepcji rachunkowości mentalnej (*mental account bias*), opracowanej przez R. Thaler (1980). Ogranicza się ona do założenia, że w zależności od pochodzenia pieniędzy i ich przechowywania ludzie mają do nich różne postawy. Na przykład pieniądze wygrane w kasynie, loterii lub też znalezione są wydawane szybciej niż zarobione. Karty kredytowe również zmieniają ludzi w tygrysa. Oznacza to, że ludzie mają tendencję do przypisywania różnej wartości jednym i tym samym pieniądзом, podczas gdy racjonalne jest posiadanie takiego samego stosunku do wszystkich pieniędzy.

Awersja do strat (*non-acceptance of losses*) jest jednym z najważniejszych elementów teorii perspektywicznej, która opisuje, jak inwestorzy postrzegają zyski i straty. Prowadząc eksperymenty i badania empiryczne, twórcy, D. Kahneman i A. Tversky, argumentowali, że ludzie inaczej postrzegają zyski i straty. Człowiekowi trudniej jest dostrzec straty niż radować się z korzyści (akceptacja strat). Oznacza to, że radość z wygranej jest znacznie mniejsza niż uczucie goryczy przegranej. Straty zawsze wydają się

większe niż przychody. Na podstawie badań eksperymentalnych teoria perspektyw wyciąga paradoksalny wniosek: ludzie 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 tą teorią, inwestor posiada akcje, które tracą na wartości, ale sprzedaje te, których cena rośnie. *‘Wiem, że w przyszłości ceny nadal będą podskakiwać, wtedy sprzedam swoje akcje’* - myśli wielu. Stąd nazwa teorii.

Funkcję użyteczności D. Kahnemana i A. Tversky'ego przedstawiono na Rysunek 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).



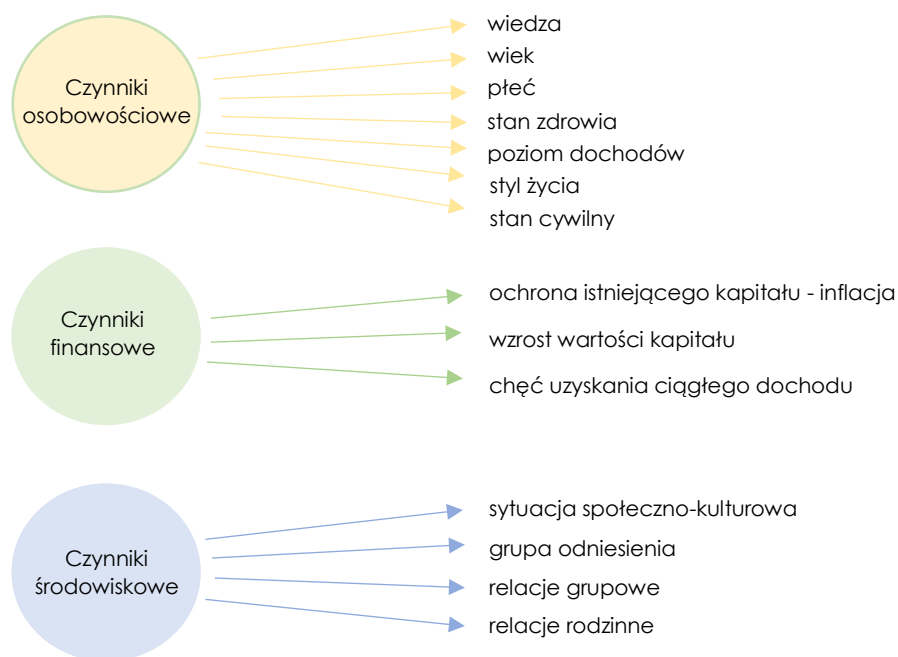
Rysunek 2.4. Funkcja użyteczności D. Kahnemana i A. Tversky'ego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Kahneman D., Tversky A. (1981). The Framing of Decisions and Psychology of Choice. *Science*, 211, 453-458.

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 i dalszego rozwoju w wybrany sposób. Wyjaśnia również efekt posiadania, tendencję do nadawania wartości rzeczom tylko dlatego, że jest się ich właścicielem.

Analizując czynniki wpływające na decyzje inwestorów indywidualnych nie sposób pominąć samego inwestora, czyli osoby, którą można zdefiniować jako taką, która nie przeznaczając wszystkich swoich przychodów na wydatki konsumpcyjne i częściowo inwestuje w swoją przyszłość. Inwestor indywidualny to zatem osoba, która dokonuje transakcji we własnym imieniu i rozlicza niewielką ich ilość, a także stara się zarządzać swoimi środkami przy niewielkim lub żadnym profesjonalnym wsparciu. Można wykazać, że inwestorzy indywidualni to na ogół osoby, które inwestują we własnym imieniu i na własny rachunek, których kwoty transakcji są stosunkowo niewielkie, a na ich decyzje inwestycyjne ma wpływ szereg czynników osobowościowych, finansowych i środowiskowych (Rysunek 2.5).

Do pierwszej grupy czynników zaliczyć należy chociażby 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.



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

Reasumując analizę zachowań inwestorów i sam proces decyzyjny warto na koniec przypomnieć, że standardowa (neoklasyczna) analiza ekonomiczna zakłada, że ludzie są racjonalni i zachowują się w sposób maksymalizujący swój własny interes. Ten racjonalny model ma jednak wiele niedociągnięć, które mogą prowadzić do nierealistycznej analizy ekonomicznej i tworzenia swego rodzaju polityki. Podkreślając główne braki w neoklasycznym modelu ekonomii ludzkiego zachowania należy sprowadzić wiele koncepcji z ekonomii behawioralnej i psychologii do siedmiu kluczowych zasad. Są to odpowiednio (Dawnay i Shah, 2005):

- kwestie zachowania innych ludzi - w większości przypadków ludzie zachowują się obserwując innych ludzi, naśladują ich działania, sposoby komunikowania się i wiele innych rzeczy; są przekonani do kontynuowania działań, gdy czują, że inni ludzie pochwalają te działania;
- ważne są nawyki - większość cech behawioralnych i działań jest wykonywana przez ludzi bez myślenia o nich; nawyki są trudne do zmiany, a nawet trudno jest z nich zrezygnować. Czasami ludzie mogą nie czuć się zadowoleni ze swojego zachowania i pewnych nawyków i są skłonni je zmienić, ale napotykać trudności i problemy w ich modyfikowaniu;
- 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 to, jak się zachowują - każda osoba ma określone wartości i zobowiązania; ma pewne oczekiwania wobec siebie, oczekuje od siebie pozytywnych i dobrych rzeczy, w tym celu chce, aby jej działanie było zgodne z jej etyką, zasadami i zaangażowaniem;

- ludzie mają awersję do strat - oznacza to, że każda osoba ma tendencję do unikania strat w tym samym czasie; ludzie nie przejmują się zbaczaniem z drogi lub podejmowaniem ryzyka, aby coś zyskać. Jednostki mają tendencję do stawiania czoła dużym, ryzykownym sytuacjom, aby uniknąć strat i nie zamierzają pozwolić sobie na mniej ryzykowne sytuacje, aby osiągnąć zyski;
- 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. Jednostki są pod silnym wpływem problematycznych sytuacji, nie są w stanie właściwie przeanalizować i określić ich mocnych i słabych stron;
- ludzie muszą czuć się zaangażowani i skuteczni, aby dokonać zmiany - żadna z osób nie chciałaby czuć się bezradna i poza kontrolą; uczucia te budzą negatywne punkty widzenia w umysłach jednostek i poczucie niezdolności do zmiany istniejącej sytuacji. Z drugiej strony, kiedy dana osoba czuje się pod kontrolą, rozwija pozytywne myślenie i jest w stanie dokonać modyfikacji.

2.4. Przyczyny różnic we wzorcach inwestowania

Jak stwierdzono już wcześniej finanse behawioralne odnoszą się do zastosowania psychologii w finansach (Hirshleifer D., 2015). Oferują alternatywne narzędzie do badania zachowań inwestorów i przyczyn anomalii rynkowych. Uczeni wykorzystują je do wyjaśnienia anomalii na rynkach finansowych, takich jak bańki na giełdzie, nadmierna reakcja i niedostateczna reakcja na nowe informacje (Cooper, Dimitrov i Rau, 2001) (Zhou i Sornette, 2006), które nie są zgodne z tradycyjną teorią finansów. I tak na przykład Shefrin i 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. Frankfurter i McGoun (2000) wykazali, że psychologia i socjologia stanowią ich istotę. Naukowcy podkreślają znaczenie czynników psychologicznych, lecz bardzo często przeoczą inne czynniki w koncepcji finansów behawioralnych. Występuje bowiem grupa, która popiera pogląd, że czynniki socjologiczne i demograficzne są również ważne dla wyjaśnienia zachowań inwestorów (Zhang i Zheng, 2015).

Ogólnie rzecz biorąc, aby przybliżyć badania do rzeczywistości i lepiej zrozumieć sposób, w jaki zachowują się inwestorzy, należy wyróżnić kilka istotnych czynników, które wpływają na wzorce zachowań inwestorów na świecie; stanowią one zarazem element różnicujący poszczególne wzorce inwestowania. Do niektórych z nich można zaliczyć chociażby:

- *Doświadczenie*. Gupta Y. i Ahmed S. (2016) uważają, że niechęć do strat, niechęć do roszczeń i przywiązanie są bardziej powszechne wśród doświadczonych inwestorów. Z kolei Bodnaruk A. i Simonov A. (2015) stwierdzili, że inwestorzy wolą inwestować samodzielnie, niż szukać pomocy konsultantów. Chen G. i in. (2007) wykazali, że niedoświadczeni inwestorzy są mniej podatni na uprzedzenia. Hackbart D. (2008) zasugerował, że inwestorzy indywidualni mają więcej instrumentów dłużnych niż wyrafinowani gracze. Podejmują większe ryzyko i wykorzystują swoje doświadczenie

przy wyborze instrumentu dłużnego. Feng L. i Seasholes M.S. (2005) twierdzą, że wyrafinowani inwestorzy są mniej wrażliwi na ryzyko, a doświadczenie może zmniejszyć ryzyko inwestorów do 72 procent. Chociaż niechęć inwestorów do ponoszenia strat może zostać wyeliminowana, nie ma w tym przypadku żadnego wyrafinowania, doświadczenia, które eliminowałoby skłonność inwestorów do osiągania zysków. Zdaniem Kausti M. i Knupfer'a S. (2008), Malmendier'a U. i Nagel'a S. (2011) oraz Seru A., Shumway'a T. i Stoffman'a N. (2010) doświadczenia z przeszłości wpływają na postrzeganie ryzyka przez inwestorów w zakresie stosunku do ryzyka i jego tolerancji (Cortier i Chen, 2006). Spostrzeżenia te zostały poparte również przez Byrne'a K. (2005), który wskazał na dodatnią korelację między inwestycjami, doświadczeniem i ryzykiem. Badacze ponadto zwrócili uwagę, że zgromadzone doświadczenie inwestycyjne znacząco wpływa na decyzje inwestycyjne inwestorów indywidualnych w zakresie zakotwiczenia stronniczości i nadmiernej pewności.

- *Zawód i wykształcenie.* Mirji A.B. i Prasanta C. (Mirji i Prasantha, 2016) zbadali trend struktury inwestycji w oparciu o zawód i poziom wykształcenia inwestorów. Inwestycje podzielono na duże, średnie i małe. Odkryto, że gospodarstwa domowe i osoby związane z rolnictwem są mniej podatne na papiery wartościowe o wysokiej kapitalizacji ze względu na niespójne źródło dochodu. Ponadto poziom wykształcenia inwestorów ma duży wpływ na modele inwestycyjne. Fares A.R. i Khamis F.G. (Fares i Khamis, 2011) stwierdzili, że poziom wykształcenia inwestorów jest statystycznie istotny dla decyzji inwestycyjnych. Al-Ajmi J.Y. (Al-Ajmi, 2008) przeprowadził badanie eksploracyjne i 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, uprawnienia i przekonania ludzi w społeczeństwie są w dużej mierze zdeterminowane przez ich poziom wykształcenia. Z tego powodu wykształcenie, styl życia i poziom dochodów będą miały wpływ na zachowania inwestorów (Aksulu, 1993).
- *Różnice płci.* Matsumoto A.S. i in. (2013) wykazali, że kobiety są zwykle bardziej pewne siebie niż mężczyźni. Ponadto stwierdzili, że zachowanie grupowe może pomóc obniżyć pewność siebie inwestorów. Glenzer F. i in. (2014) stwierdzili, że kobiety podejmują decyzje mniej konsekwentnie niż mężczyźni i wybierają mniej ryzykowne alternatywy. Graham J.F. i in. (2002) szukali możliwych przyczyn różnic w zachowaniach inwestycyjnych między inwestorami płci męskiej i żeńskiej. Style przetwarzania informacji kobiet-inwestorów są niższe niż inwestorów płci męskiej. 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 podczas inwestowania i wykazują tendencję do większej awersji do ryzyka niż mężczyźni (Agnew, Anderson, Gerlach i Szykman, 2008) (Speelman, Clark-Murphy i Gerrans, 2013). Aby dostawcy usług finansowych oferowali produkty finansowe, które są najlepiej dostosowane do inwestorów różnych płci, zrozumienie różnicy płci w zachowaniach inwestycyjnych ma kluczowe znaczenie. Płeć ma istotny wpływ na decyzje inwestycyjne inwestorów, ponieważ od kobiet oczekuje się, że będą

zachowywać się inaczej niż mężczyźni pod wieloma względami, nawet w procesie inwestowania. W miejscach, w których normy społeczno-kulturowe ograniczają mobilność kobiet, ich interakcje z przedstawicielami płci przeciwnej i ich zdolność do uczestniczenia w szkoleniach lub formalnej edukacji, dostęp kobiet do informacji, instytucji i rynków jest utrudniony. Nawet jeśli mają dostęp do informacji na temat usług finansowych i dostępnych im możliwości rynkowych, kobiety mogą być mniej przygotowane do ich przetwarzania. Kahyaoğlu M.B. (2011) również zmierzył wpływ płci na decyzje inwestycyjne. Dokonując tego pomiaru, zidentyfikowano rolę płci w czynnikach psychologicznych i emocjonalnych. W trakcie badania 31 inwestorów indywidualnych na giełdzie w Stambule skorzystano z danych dotyczących kupna i sprzedaży akcji zgromadzonych w latach 2007-2009. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że inwestorzy płci męskiej i żeńskiej zachowują się zupełnie inaczej przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Najważniejsze z tych różnic polegają na tym, że częściej transakcje dokonywali mężczyźni. Oni również dokonywali transakcji bardziej spójnie, natomiast można również w tym wypadku wnioskować, że mniejsze było zróżnicowanie portfeli kobiet. W badaniu Bodura Y.A. (2016) czynniki wpływające na zachowanie inwestorów zostały zbadane w ramach wymiaru nadmiernej pewności siebie. Stwierdzono, że nadmierna pewność siebie skutecznie wpływa na zachowania inwestorów. Wyniki wskazały również, że żonaci mężczyźni mają najwyższy poziom wiedzy na temat rynków; inwestorzy płci męskiej częściej wykazywali zbyt dużą pewność siebie niż inwestorzy płci żeńskiej, ci pierwsi preferowali inwestycje ryzykowne, częściej weryfikowali swoje inwestycje i handlowali, a samotni mężczyźni byli najbardziej preferowaną grupą do podejmowania ryzykownych inwestycji.

- *Wiek oraz dochód.* Możliwe jest oszacowanie ryzyka oraz preferencji dotyczących zwrotów i ponownego inwestowania, patrząc na wiek osoby. Czynnikiem ten jest jednym 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, młodszy są klasyfikowani jako grupy wysokiego ryzyka inwestycyjnego (Anbar i Eker, 2009). Inwestorzy o wysokich dochodach mogą z łatwością zaakceptować ryzykowne inwestycje w porównaniu z inwestorami o niższych dochodach. Innymi słowami, wraz ze wzrostem wieku i dochodów możemy powiedzieć, że rośnie również zaufanie inwestorów do siebie i inwestycji. Rizvi S. i Fatima A. (2015) stwierdzili istotną pozytywną korelację między dochodami a częstotliwością inwestycji. Według Huberman'a G. i Jiang'a W. (2006) wiek i ilość posiadanych środków zwykle wskazują na ujemną korelację.
- *Kulturowość i emocje inwestorów.* Li J., Massa M. i Zhang H. (2016) 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. Howard C.T. (2014) stwierdził, że inwestorzy racjonalni mają tendencję do osiągnięcia lepszych wyników niż przeciętna rynkowa. Zmienność rynku akcji i zwroty na giełdzie są z kolei w dużej mierze zdeterminowane przez nastroje emocjonalne inwestorów. Agyemang O.S. i Ansong A. (2016) zbadali wpływ wartości osobistych na decyzje behawioralne i wybór inwestora. Łącznie 137 wartości zostało połączonych w trzy wartości przywódcze i siedem wartości motywacyjnych. Wyniki pokazały, że uczciwość, wygodne życie

i bezpieczeństwo rodziny mają duży wpływ na decyzje inwestycyjne inwestorów indywidualnych. Co ciekawe, Bellotti X.A. i in. (2010) wyjaśnili przyczynę powstania baniek na chińskiej giełdzie jako nowy obszar finansów behawioralnych, czyli finansów emocjonalnych. Depresyjny stan umysłu, a także stany psychiczne paranoidowo-schizoidalne są ich zdaniem formami stanów psychicznych. Guler I. (2007) z kolei opisuje, że decyzje o inwestowaniu w kapitał wysokiego ryzyka muszą być podejmowane przez grupę menedżerów, co może prowadzić do pewnych behawioralnych i politycznych wpływów na te decyzje. Hughes J.S. i in. (2010) udowadnia, że nadmierna pewność siebie i czynniki emocjonalne uczestników rynku, analityków finansowych i inwestorów instytucjonalnych są przyczyną spadków cen akcji po ujawnieniu transakcji Warrena Buffetta.

Na postawy i myśli jednostek duży wpływ mają warunki kulturowe, w których żyją. Innymi słowy, sytuacja społeczno-kulturowa jednostki wpływa na proces decyzyjny. Ponieważ inwestorzy indywidualni nie mają wystarczającej wiedzy na temat instrumentów inwestycyjnych, chcą uzyskać akceptację i przemyślenia decydentów. Oczywiście osoby te są zwykle członkami rodziny (Usul i in., 2002). Ponieważ tego typu inwestorzy żyją w grupie, nie można ignorować jej wpływu na podejmowanie decyzji. Ludzie czują się często niepewnie, mają obawy, że mają zły pomysł na podjęcie decyzji; kiedy są sami w procesie jej podejmowania potrzebują często zgody grupy (rodziny).

- *Grupy odniesienia.* To jedne z tzw. czynników środowiskowych, które wpływają na zachowanie jednostek. Grupy odniesienia definiuje się jako grupy społeczne, które są ważne dla jednostki i kształtują postawy i zachowania jednostki. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że 80% decyzji zakupowych jednostki było realizowanych pod wpływem czyichś bezpośrednich rekomendacji (Hsu, Kang i Lam, 2006). Na inwestorów indywidualnych wpływ mają grupy, w których się znajdują, kiedy podejmują decyzje inwestycyjne. Przykładem tego jest fakt, że rekomendacje osób, które od lat inwestowały na giełdzie papierów wartościowych, były traktowane poważnie, jako punkt odniesienia. Inwestorzy uważają, że inwestując w popularne narzędzia, którymi każdy jest zainteresowany, mogą zmniejszyć ryzyko.
- *Stan cywilny.* Badania podejmowane w ostatnim czasie wykazały również, że istotnym czynnikiem w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych jest stan cywilny (İslamoğlu, Apan i Ayvalı, 2018). Analizy wykazały, że żonaci mężczyźni mają najwyższy poziom wiedzy na temat rynków; inwestorzy płci męskiej częściej wykazują zbyt dużą pewność siebie niż inwestorzy płci żeńskiej. Ponadto mężczyźni preferują inwestycje ryzykowne, a kobiety częściej dokonują przeglądu swoich inwestycji oraz częściej dokonują transakcji. Badania wskazują również, że samotni mężczyźni są najbardziej preferowaną grupą w kontekście ryzykownych inwestycji. Przeprowadzone analizy w zakresie determinantów określonych zachowań inwestycyjnych wykazują, że osoby pozostające w związku małżeńskim mają większą tolerancję na ryzyko finansowe (Anbar i Eker, 2009), podczas gdy inne wykazały, że kawalerowie mają większą tolerancję na ryzyko finansowe niż małżonkowie.

Biorąc pod uwagę irracjonalny charakter działań inwestora na rynku, finanse behawioralne mogą wyjaśniać reakcję rynku w sytuacjach, w których klasyczne finanse są bezsilne. Za pomocą finansów behawioralnych można uporać się z negatywnymi

konsekwencjami błędnych ocen i złudzeń percepcji, przewidzieć działania uczestników rynku, a także opracować efektywne strategie inwestycyjne maksymalizujące efekt zainwestowanego kapitału.

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 'nastój' rynku lub inwestorów giełdowych w kategoriach emocjonalnych, takich jak 'niepokój', 'przygnębienie', 'spokój' lub 'entuzjazm'. Te afektywne deskryptory wykraczają poza pojedynkowanie się sił 'strachu' i 'chciwości', 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, na przykład kiedy prezes Rezerwy Federalnej Alan Greenspan ogłosił kiedyś, że giełda wykazuje 'irracjonalną wylewność'.

Pomimo wszechobecności nastrojów w opisach inwestorów na giełdzie, brakuje wciąż naukowych badań nad związkiem między zbiorowym ich nastrojem a wynikami na giełdzie. Aby wypełnić w pewnym sensie tę lukę, rozdział ten przedstawia swego rodzaju kompensację badań analizujących związek nastroju inwestorów z zachowaniem na giełdzie. Głównym jego celem jest odpowiedź na zasadnicze pytanie: czy zbiorowe nastroje inwestorów, o których informują gazety, mogą rzeczywiście przewidywać 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 i wydają informacyjnie pracę rynków. Inwestorzy są uważani za wystarczająco racjonalnych, aby złagodzić wpływ irracjonalnego handlu. Zakłada się ponadto, że wszyscy mają takie same oczekiwania i reagują prawie podobnie na nowe informacje. Ponadto, zgodnie z klasycznymi finansami, jeśli w wyniku nieracjonalnej decyzji inwestycyjnej cena akcji odbiega od swojej wartości fundamentalnej, wówczas tzw. arbitrażowcy odgrywają swoją rolę i natychmiast przywracają cenę do poziomu równowagi. Zatem racjonalność inwestorów i efektywność rynków są zarówno kluczowe jak i niezbędne dla ustanowienia i utrzymania warunków równowagi, co jest główną częścią klasycznej doktryny finansowej.

Standardowe modele wyceny aktywów kapitałowych sugerują, że ustalanie cen aktywów kapitałowych jest procesem bezstronnym, który opiera się przede wszystkim na podejściu inwestorów do ryzyka i maksymalizacji oczekiwanej użyteczności (Black, 1972) (Lintner, 1965) (Mossin, 1966). Modele cenowe nie mogą w pełni wyjaśnić stylizowanych wzorców zwrotu z akcji ze względu na istnienie ogromnej luki w teorii i praktyce. Zasadniczo modele te opierają się na kilku nierealistycznych założeniach. Założenia te obejmują: rynki finansowe są wydajne i bezproblemowe, inwestorzy są racjonalni i mają awersję do ryzyka, których funkcje użyteczności są lepiej przybliżane przez kwadratowe funkcje użyteczności (Markowitz, 1952), inwestorzy są tzw. cenobiorcami i mają jednolite

oczekiwania co do zwrotu z aktywów, informacje są bezkosztowe i jednocześnie dostępne dla wszystkich inwestorów, a inwestorzy wybierają ryzykowne aktywa na podstawie metody średniej wariancji.

Niemniej jednak empiryczne wyniki dla tych teoretycznie szeroko akceptowanych modeli nie są zbyt zachęcające, odzwierciedlając niepowodzenie ich podstaw teoretycznych. Kilku badaczy twierdzi, że standardowy jednoczynnikowy model wyceny aktywów kapitałowych (zwany dalej CAPM) jest niewystarczający do wyjaśnienia przekrojowych wahań oczekiwanych zwrotów z akcji (Harvey, 1995) (Michailidis, Tsopoglou i Papanastasiou, 2006) (Novak i Peter, 2011).

Empiryczna porażka tych modeli wynika w dużej mierze z założenia racjonalnych i pozbawionych emocji inwestorów. W prawdziwym świecie inwestorzy są rozproszeni ze względu na ich uprzedzenia ocenające i emocjonalne. Zwolennicy standardowego finansowania nie są w stanie wyjaśnić kilku historycznych krachów i baniek na rynkach finansowych w ramach konwencjonalnych teorii finansowych. W tych niepewnych wydarzeniach ceny aktywów znacznie odbiegają od ich podstawowych wartości. Jednak klasycznym modelom wyceny aktywów w dużej mierze nie udało się wyjaśnić ani przewidzieć tych znacznych odchyłeń cen. Na przykład ‘czarny poniedziałek’ w 1987 r., ‘krach bańki technologicznej’ w 2000 r. i światowy kryzys finansowy w latach 2007–2008 postawiły pod znakiem zapytania empiryczną słusność standardowych modeli wyceny aktywów i hipotezy efektywnego rynku oraz uwydatniły rolę uprzedzeń behawioralnych i nastrojów inwestorów¹⁰ w określaniu cen akcji.

Handel irracjonalny jest jedną z możliwych przyczyn odchyłeń cen od wartości fundamentalnej, szczególnie w okresach niekorzystnych wstrząsów. Ze względu na ograniczoną siłę nabywczą, ograniczenia związane z krótką sprzedażą i ograniczone możliwości ponoszenia ryzyka, arbitrzy często nie zdołali przywrócić cenom ich wartości wewnętrznej. Rzeczywiście, jak stwierdził Shiller J.R. (1987)), jedną z głównych przyczyn wahań cen akcji jest raczej irracjonalne podejmowanie decyzji inwestycyjnych przez inwestorów niż jakakolwiek zmiana fundamentalnej wartości firm. Na drugim końcu spektrum, zdaniem zwolenników teorii efektywności rynku, ceny akcji są w miarę ustalone przez siły rynkowe (popyt i podaż) i prawie niemożliwe jest przewidzenie przyszłych cen akcji przy użyciu jakichkolwiek historycznych, ogólnie dostępnych lub prywatnych informacji (Fama E. F., 1965).

Współczesne dowody empiryczne wskazują, że chociaż za każdym razem trudno jest pokonać rynek, istnieją pewne możliwości przewidywania nadmiernych zwrotów z akcji. W rzeczywistości kilka ostatnich badań udokumentowało, że zwroty z akcji można przewidzieć na podstawie informacji o nastrojach inwestorów (Cohen i Frazzini, 2008) (Glushkov i Bardos, 2012) (Lutz, 2015). Dlatego przez dziesięciolecia praktycy, analitycy finansowi i akademicy włożyli wiele wysiłku w przewidywalność zwrotów akcji. Zidentyfikowano kilka czynników ryzyka, takich jak wartość, wielkość, rentowność, płynność, nastroje inwestorów, momentum, itp., które są istotne dla wyjaśnienia przekrojowych różnic w zwrotach z akcji i są znacząco wyceniane na rynku akcji znacznie powyżej czynnika rynkowego (‘alias market beta’).

Jedynie ryzyko systematyczne lub ryzyko rynkowe jest traktowane jako istotny czynnik ryzyka w standardowym CAPM. Jednak uprzedzenia ludzkie i emocjonalne

¹⁰ 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”.

wywierają duży wpływ na wycenę aktywów, którą określa się mianem ryzyka związanego z handlem hałasem. Błąd ludzki ma długotrwały wpływ na ceny akcji. 'Hałasowi traderzy' to zwykli inwestorzy, którzy z dużym prawdopodobieństwem przykładają większą wagę do subiektywnych miar lub uprzedzeń behawioralnych. Badacze rozluźniają rygorystyczne założenia standardowej teorii finansów i rozszerzają modele wyceny aktywów, uwzględniając błędy nastrojów (np. nastroje inwestorów i ich dynamika) w celu poprawy przewidywalności zwrotu z aktywów.

Nadmierna zmienność zwrotów akcji wskazuje na istnienie wysokich nastrojów inwestorów na giełdach, co może powodować odchylenie cen rynkowych akcji od ich wartości wewnętrznej. Teoretycznie oczekuje się, że nastroje inwestorów będą miały silny, istotny wpływ na ceny aktywów i mogą skutkować znacznymi odchyleniami cen akcji od wartości fundamentalnej. Inną możliwością jest to, że wpływają one na aktywność handlową, co z kolei nie pozostaje bez odzwierciedlenia w cenach akcji (Wu, Liu i Chen, 2016). Niektórzy uczeni argumentują, że nastroje inwestorów znacząco oddziałują na decyzje inwestycyjne i finansowe osób fizycznych, wpływając na ich decyzje dotyczące kupna, sprzedaży i posiadania, co ostatecznie przekłada się na ceny akcji (McLean i Zhao, 2014).

Tradycyjna wycena aktywów wymaga, aby rynki akcji były efektywne w oparciu o założenie, że wszystkie podmioty gospodarcze mają jednolite oczekiwania. Jednak dokładność CAPM w przewidywaniu zwrotu jest wątpliwa (Berk i Van Binsbergen, 2016). Zwykli inwestorzy nie zawsze są w stanie stosować racjonalne strategie maksymalizacji zysków ze względu na wpływ osobistych wyborów i emocji (Statman, 2014). Cooper I. i Priestley R. (2013) rozważali rolę czynników behawioralnych w wycenie aktywów. Argumentowali, że czynnik sentymentu ma znaczną siłę prognozowania. Dlatego uwzględnienie uprzedzeń behawioralnych w modelach wyceny aktywów z pewnością zwiększy zdolność przewidywania modelu. W standardowym CAPM przyjmuje się, że pojedynczy czynnik ryzyka określany jako beta (β) obejmuje wszystkie rodzaje czynników ryzyka. Jednak Fama E.F. i French K.R. (1992) przedstawili model trójczynnikowy, który obejmuje premię za ryzyko, wielkość i współczynnik wartości. Niemniej jednak, według Statman'a M. (2014), behawioralny model wyceny aktywów traktuje te trzy czynniki ryzyka jako odzwierciedlenie ludzkich uprzedzeń.

Fama E.F. i French K.R. (1992) zinterpretowali wielkość i wartość jako wspólne czynniki ryzyka, które mogą wyjaśniać różnicę w zwrotach z akcji. Akcje małych firm są zbyt ryzykowne. Dlatego potrzebują odszkodowania za ryzyko. Zwykli inwestorzy zwiększają popyt na akcje dużych firm, spodziewając się wyższych przyszłych zwrotów. Akcje stają się drogie na rynku akcji. Wyższe ich ceny skutkują niższymi zwrotami 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 zwrotów.

Z behawioralnego punktu widzenia niski zwrot z niewielkich akcji jest interpretowany zupełnie inaczej. Akcje o niskim stosunku wartości księgowej do kapitału własnego nazywane są akcjami atrakcyjnymi, ponieważ inwestorzy postrzegają je jako dobrą okazję do inwestowania, formułując przy tym przekonania na temat przyszłych zwrotów poprzez ekstrapolację poprzednich serii zwrotów (Barberis, Greenwood, Jin i

Shleifer, 2015). Tzw. zawyżone akcje przynoszą z kolei mniejszy zwrot w porównaniu do spółek o zaniżonej wartości (Statman, 2014). Nadwyżka zwrotu zgromadzona przez wartościowe firmy jest na tyle wysoka, że można ją po prostu wyjaśnić czynnikiem ryzyka rynkowego (Fama i French, 1992). Irracjonalni inwestorzy podnoszą ceny rynkowe akcji, których wartość księgową do rynkowej jest wysoka, zwiększając swój popyt na takie akcje. Błędne oczekiwania inwestorów skutkują wyższymi zyskami z wartości akcji i niższymi dochodami z akcji typu glamour. Większa asymetria informacyjna wśród inwestorów generuje konserwatywną reakcję na nowe informacje i opóźnia mechanizm korekty cen (Chen, Lee i Shih, 2016).

Bondt W.F. i Thaler R. (1985) zbadali długoterminowe odwrócenie, potwierdzając hipotezę nadmiernej reakcji. Stwierdzili, że inwestorzy mogą przesadnie reagować na nieoczekiwane i dramatyczne wydarzenia informacyjne. Strategia dynamiki (impetu) zapewnia świadomym inwestorom możliwość gromadzenia nadmiernych zwrotów poprzez zajmowanie długiej pozycji na zwycięskich akcjach. Efekt dynamiki występuje z powodu zbyt pewnego zachowania jednostek (Barberis, Shleifer i Vishny, 1998) (Daniel, Hirshleifer i Subrahmanyam, 1998). Zyski dynamiki mogą być akumulowane na płynnych rynkach. Wyższa płynność rynkowa lub wyższy obrót wskazuje na dominację behawioralnych uprzedzeń inwestorów na rynku (Chan, Hameed i Tong, 2000) (Hong i Stein, 2007).

Niektórzy uczeni są zdania, że nastroje inwestorów nie tylko wyjaśniają przyczyny istnienia innych czynników ryzyka, takich jak wielkość, wartość i dynamika. Wpływają również bezpośrednio na zwrot z akcji i są jednym z podstawowych wyznaczników w wyjaśnianiu relacji ryzyko-zwrot. Statman M. (2014) stwierdził, że inwestorzy klasyfikują akcje jako akcje dobrych (dużych i rosnących) i złych (małych i wartościowych) spółek. Obniżają cenę rynkową złych akcji i podążają za tzw. zarażeniem społecznym (Statman, Fisher i Anginer, 2008). Uhl M.W. (2014) ustalił również, że uprzedzenia behawioralne mogą maskować proces dostosowywania się rynku. Fala sentymentalna może zepsuć wartość akcji na rynku; tak więc akcje niekoniecznie zawsze w pełni odzwierciedlają wszystkie publicznie dostępne informacje (Shefrin, 2015) (Uhl, 2014) (Zhang C., 2008). Wraz z ograniczoną racjonalnością inwestorzy borykają się z problemem nadmiernej pewności siebie. Te błędy poznawcze powodują różnego rodzaju anomalie na rynkach finansowych.

Verardo M. (2009) argumentował, że heterogeniczne przekonania inwestorów prowadzą do silnego efektu dynamiki. Aby zidentyfikować możliwości zarabiania pieniędzy, niezbędny jest mechanizm wyceny, który uwzględnia nastroje inwestorów (Schaul, 2013). Wahania nastrojów mogą powodować błędne wyceny i mają odwrotny wpływ na zwroty w kolejnym okresie. Relacja sentyment-zwrot różni się w zależności od bezpiecznych i ryzykownych akcji. Zwroty z akcji ryzykownych są bardziej zależne od sentymentalnych wstrząsów (Watanabe, Xu, Yao i Yu, 2013).

Vihanto M. (2006) stwierdził, że wpływ uczuć na giełdy i na całą gospodarkę można uznać za fakt bezsporny. Nie ma już różnic w opiniach co do tego, że nastrój i uczucia oddziałują na inwestorów, ale pytanie brzmi, w jaki sposób kontrolować ich wpływ. Ekonomiści uważają uczucia za zakłócenie i często dyskutuje się o uprzedzeniach. Na przykład na rynkach finansowych ludzie są bardziej skłonni do sprzedaży wygrywających akcji niż akcji, których cena spadła w porównaniu z momentem zakupu. Nie powinno to jednak mieć znaczenia, ponieważ jest to koszt utopiony i nie powinno mieć

żadnego wpływu, jeśli inwestorzy będą działać racjonalnie. Wyjaśnieniem tego rodzaju zachowania może być uczucie rozczarowania i żalu. Aby uniknąć tych uczuć, inwestorzy odkładają realizację straty. Również Barber B.M. i Odean T. (1999) udokumentowali podobne ustalenia dotyczące zachowań inwestorów. Po pierwsze, odkryli, że inwestorzy są bardziej niechętni do sprzedaży akcji, które straciły na wartości w porównaniu do akcji, które zyskały na wartości. W rzeczywistości to podatki powodują, że inwestorzy robią dokładnie odwrotnie. Po drugie, stwierdzili, że inwestorzy wykazują zbytnią pewność siebie w tym sensie, że zbyt dużo handlują. To nadmiernie pewne zachowanie jest bardziej widoczne wśród mężczyzn.

Analizując powyższe badania i stwierdzenia nie sposób nie odnieść wrażenia, że podejmowanie decyzji finansowych przez inwestorów jest procesem złożonym, ponieważ muszą oni radzić sobie z ryzykiem, alternatywami, niepewnością i dynamicznymi warunkami (Lucey i Dowling, 2005). Decyzje finansowe mogą zatem wpływać na przyszłość i ogólne doświadczenia inwestorów. Podejmowanie decyzji w sprawach finansowych uważane jest za skomplikowane zadanie (De Bondt, Muradoglu, Shefrin i Staikouras, 2009). Uważa się, że proces ten nie może opierać się wyłącznie na wielkości ich indywidualnych środków finansowych; że wiadomości, wahania rynkowe i czynniki osobiste wpływają na psychologię inwestorów (Grable i Roszkowski, 2008).

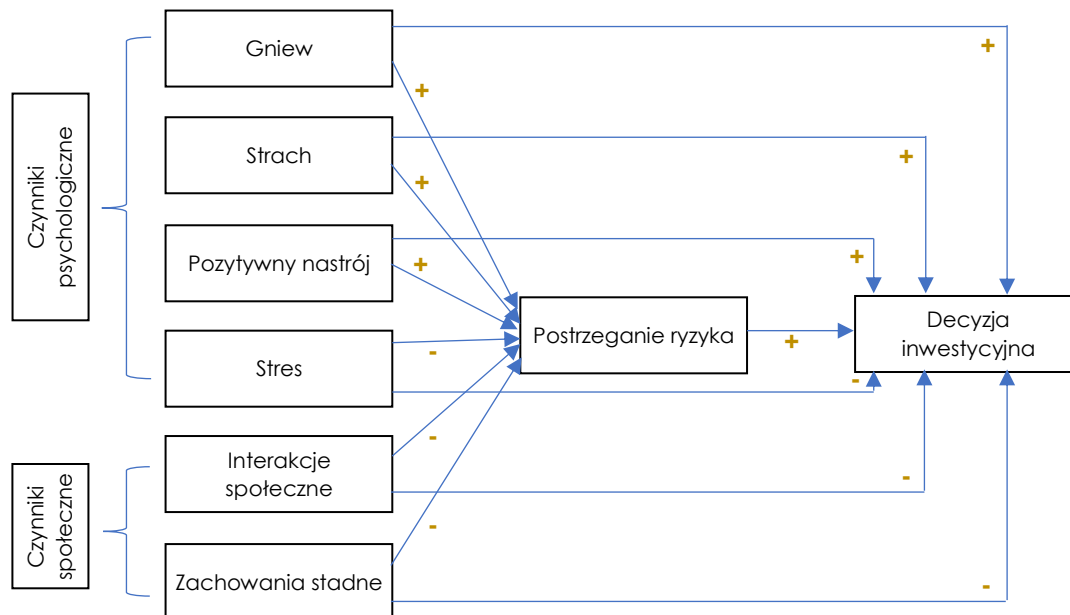
W literaturze przedmiotu uważa się, że czynniki behawioralne mają istotny wpływ na decyzje inwestorów. Stwierdzenie to wydaje się być współcześnie niepodważalne. Każda decyzja inwestycyjna jest oparta bowiem na wynikach inwestorów w przeszłości, umiejętnościach przewidywania lub prognozowania trendów rynkowych oraz analizie technicznej finansowych papierów wartościowych (Bhavani i Shetty, 2017). Dlatego ważne jest, aby zidentyfikować główne czynniki, które mają znaczący wpływ na podejmowanie decyzji przez poszczególnych inwestorów. Finanse behawioralne to dziedzina, która zyskuje na znaczeniu w badaniach procesów podejmowania decyzji finansowych.

Psychologia człowieka stanowi podstawę ludzkich potrzeb, celów, motywów i podkreśla rozległe błędy ludzkie, które pojawiają się w wyniku uprzedzeń percepcyjnych, zbytniej pewności siebie, emocji i heurystyki. Te uprzedzenia mają pewien wpływ na decyzje inwestorów indywidualnych (Slovic, Finucane, Peters i MacGregor, 2002). Czynniki psychologiczne i społeczne wpływają na normalne procedury podejmowania decyzji.

Psychologowie podkreślają, 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). Teoria finansów behawioralnych łączy koncepcje i teorie finansów z behawioralnymi i psychologicznymi teoriami jednostek i inwestorów (Chira, Adams i Thornton, 2008). Wiadomo, że czynniki psychologiczne wpływają 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. Finansowanie behawioralne daje nowe wymiary do badania postawy psychicznej, sposobu myślenia i podejścia inwestorów podczas podejmowania decyzji finansowych.

Ze względu na brak świadomości praktycznych zastosowań finansów behawioralnych inwestorzy mogą napotkać wiele problemów angażując się w działalność handlową w celu zrozumienia trendów rynkowych i podejmowania owocnych decyzji. Zgodnie z literaturą teoretyczne twierdzenia i ramy są konstruowane zgodnie z zależnościami między różnymi czynnikami, które mają wpływ na zachowania (Rysunek 3.1):

- *Gniew (złość)* - literatura opisuje wpływ złości na osądy i podejmowanie decyzji przez jednostki jako pozytywny, negatywny lub neutralny, w zależności od kontekstu zastosowanego w badaniu. Wyniki są różne, ponieważ różne są przyczyny złości, np. frustracja. Niektórzy badacze argumentują, że świadomość wściekłych inwestorów zaczyna dawać im więcej wskazówek na temat sytuacji i mają oni większą kontrolę nad sytuacjami niż zwykli inwestorzy (Ellsworth i Scherer, 2003). Dlatego złość przyczynia się do wytyczenia sposobu osiągnięcia pozytywnych rezultatów. Gniew z kolei wzmacnia skłonność inwestorów do obserwowania znanych okoliczności. Lerner J.S. i Keltner D. (2001) dostrzegają pozytywny związek złości z decyzjami inwestycyjnymi. Small D.A. i Lerner J.S. (Small i Lerner, 2008) argumentują, że złość powoduje poprawę pamięci i zdolności analitycznych. Inwestorzy wykorzystują złość i zyskują szybką analizę sytuacji, możliwości i ryzyka. Z badań Mitchell'a M.S. i Ambrose'a M.L. (2012) wynika, że agresja prowadzi do negatywnych konsekwencji, ale złość prowadzi inwestorów do szybkiej oceny sytuacji. Wydaje się, że w przypadku inwestycji i podejmowania decyzji finansowych złość ma pozytywny wpływ na decyzje i ogólne wyniki finansowe.



Rysunek 3.1. Czynniki behawioralne w procesie podejmowania decyzji.

Źródło: Opracowanie własne.

- *Strach* – literatura przedmiotu zaleca, aby strach w decyzjach finansowych miał pozytywny wpływ na wyniki. Osoby przestraszone pesymistycznie oceniają przyszłe wydarzenia (Lerner i Keltner, 2001). Logicznie rzecz biorąc, przerażeni inwestorzy stają się bardziej świadomi i obawiają się okoliczności, nie inwestują w ryzykowne

i nieznane akcje, próbując uniknąć niepewności (Tiedens i Linton, 2001). Ponadto, pod wpływem lęku przed stratą, starają się uzyskać maksymalną wiedzę o inwestycjach, która ostatecznie pomaga im usprawnić proces decyzyjny i prowadzi do pozytywnego zakończenia. Strach jest negatywną emocją, ale jego konsekwencje są często pozytywne. Nie jest jednak jasny kierunek wpływu strachu na podejmowanie decyzji inwestycyjnych.

Katkin E.S., Wiens S. i Öhman A. (2001) twierdzą, że strach może uświadomić ludziom zagrożenie, a tym samym skłania inwestorów do spędzania czasu i wydawania jasnych ocen dotyczących leżących u podstaw decyzji inwestycyjnych. Z kolei Chanel O. i Chichilnisky G. (2009) argumentują, że przerażeni inwestorzy mają tendencję do unikania dwuznaczności i przechodzenia w kierunku mniej ryzykownych wyborów. Element strachu może skłonić inwestorów do skorzystania z mniejszej liczby dochodowych okazji. Uważa się, że przerażeni inwestorzy są bardziej ostrożni i pesymistyczni, jeśli chodzi o opcje podejmowania ryzyka. Czują się bardziej nieswojo podczas podejmowania decyzji finansowych, gdy są one ryzykowne. Mogą więc zdecydować się na opuszczenie rynku lub podjęcie mniej ryzykownych decyzji (Lee i Andrade, 2011). Strach przed stratą jest nieprzyjemnym uczuciem i zmusza inwestorów do zastanowienia się lub uniknięcia sytuacji. Strach można również uznać za korzystny dla inwestorów, ponieważ pozwala uniknąć strat, wahając się przed podjęciem decyzji (Cao, Han, Hirshleifer i Zhang, 2009). Gdy dostępne są opcje inwestycyjne, a inwestorzy obawiają się inwestowania przez nieznane firmy, stosują dywersyfikację, aby uniknąć ryzyka i strat (Nuñez, Schweitzer, Chai i Myers, Applied Cognitive Psychology). Strach może skłonić więc inwestorów do dywersyfikacji inwestycji, to kolejny ważny pozytywny wpływ. Można zatem postawić hipotezę, że konstruktywny strach ma pozytywny związek z procesem podejmowania decyzji przez inwestora.

- *Pozytywny nastrój* - podejmując decyzję, ludzie zastanawiają się, jak się czują, a następnie biorą inne istotne informacje, oceniają sytuację, analizują dostępne wybory i dopiero podejmują decyzję (Schwarz i Clore, 2003). Literatura szczegółowo omawia dwa powszechne stany nastroju, a mianowicie nastroje pozytywne i negatywne. Ogólnie rzecz biorąc, różne rodzaje nastrojów prowadzą zarówno do pozytywnych, jak i negatywnych skutków (Rusting, 1998). Grable J.E. i Roszkowski M.J. (2008) zbadali związek między stanami nastroju a postawami akceptacji ryzyka i znaleźli pozytywne skojarzenie. Negatywne skutki nastroju są postrzegane jako natychmiastowe i niepożądane (Isen, 2001). Konsekwencje negatywnego (lub obniżonego nastroju) są negatywnie powiązane z decyzjami inwestycyjnymi (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 większą elastyczność umysłową. Pozytywny nastrój skłania ludzi do podejmowania ryzyka, które prowadzi do pozytywnych rezultatów (Johnson i Tversky, 1983). Zadowolenie inwestora świadczy o pozytywnym nastroju, zapewnia jasny obraz wydarzeń i optymistyczny obraz sytuacji (Bless, Schwarz i Wieland, 1996). Radosny nastrój skłania do podejmowania ryzyka (Lepori, 2010). Stwierdzono, że zarówno pozytywne, jak i neutralne stany nastroju sprzyjają preferencjom w zakresie poszukiwania ryzyka podczas podejmowania decyzji (Yuen

i Lee, 2003). Pozytywny nastrój wyraźnie poprawia intuicyjne oceny (Pham, 2007), prowadzi do podejmowania większego ryzyka finansowego (De Vries, Holland, Corneille, Rondeel i Witteman, 2012). W związku z tym pozytywny nastrój ma pozytywny związek z decyzjami inwestora.

- *Stres* - związek między stresem a podejmowaniem decyzji finansowych jest tematem stosunkowo niezbadanym (Gillis, 1993). Podejmowanie decyzji, gdy dostępne są alternatywne wybory, jest dość taktyczne. Ogólnie widać, że inwestorzy, którzy podejmują decyzje w warunkach skrajnych, wybierają akcje, których inaczej by nie wybrali. Oznacza to, że w stresujących okolicznościach ludzie nie są w stanie optymalnie wykorzystać swoich zdolności poznawczych, co prowadzi ich do negatywnego wyniku (Davidson, Jackson i Kalin, 2000). Stres może dotyczyć sytuacji w pracy, załamań inwestycyjnych, a nawet problemów domowych. Zwykle wiąże się z negatywnymi doświadczeniami. Inwestorzy czują się bardzo zmartwieni lub przygnębieni pod wpływem stresu. Oznacza to, że ludzie w stresie podejmują trudną i mniej racjonalną decyzję. Podejmowanie decyzji w warunkach stresu pokazuje, że stresująca sytuacja często powoduje niejasność w procesie podejmowania decyzji (Useem, Cook i Sutton, 2005).

Ostry stres może także w różny sposób powodować problemy decyzyjne zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet. Jedno badanie oceniające działanie stresu ujawnia, że kobiety radzą sobie lepiej niż mężczyźni, gdy działają pod wpływem stresu (Ganster, 2005). Inne z kolei pokazuje lepsze wyniki mężczyzn w stresujących warunkach niż kobiet (Shiv, Loewenstein, Bechara, Damasio i Damasio, 2005). Ogólnie wpływ stresu na wyniki decydentów jest negatywny (Kalra, 2009). Stres u ludzi często wpływa negatywnie, gdy decyzje mają być podejmowane w ograniczonym środowisku (Norris i Wollert, 2011).

Starcke K. i Brand M. (2012) ustalają wpływ stresu na podejmowanie decyzji i pokazują, że decyzje podejmowane pod jego wpływem prowadzą do obniżonych lub słabych wyników i najczęściej skłaniają do ryzykownych inwestycji. Ich odkrycia potwierdzają późniejsze badania (Matthews, Fallon, Panganiban, Wohleber i Roberts, 2014). Wydaje się więc, że stres i decyzje inwestycyjne są ze sobą odwrotnie powiązane.

- *Interakcje społeczne*. Literatura na temat interakcji społecznych oferuje teorie i badania empiryczne, które analizują ich wpływ na jednostki i wynikające z tego konsekwencje. Jednostki są otoczone lub do pewnego stopnia ograniczone grupami społecznymi, do których należą krewni, przyjaciele i sąsiedzi (Bala i Goyal, 1998). Tendencja jednostek do oceniania innych i porównywania się z innymi prowadzi do kwestionowania pewności wydarzeń i do tendencyjności behawioralnej, szczególnie w przypadku dużych grup do porównania (Holtz i Miller, 1985). Wydaje się logiczne, że interakcje społeczne są negatywnie związane z decyzjami inwestycyjnymi, ponieważ na jednostki ma zwykle wpływ pozycja grupy i percepcja. Ludzie wierzą, że informacje innych osób są godnym szacunku źródłem i wolą te źródła od własnych przekonań i wiedzy. Projekcje społeczne i kaskady informacyjne tworzą wielki konflikt między percepcją jednostki a godnymi szacunku informacjami (Kokinov, 2003).

Madrian B.C. i Shea D.F. (2001) podkreślają znaczenie relacji społecznych i sugestii w procesach oszczędzania i inwestowania, zwracając uwagę, że rady innych stają się

wyborem domyślnym. Takie zachowania mogą prowadzić inwestorów do potencjalnie ujemnych zwrotów. Doradcy finansowi są również w to zaangażowani, ponieważ wpływają negatywnie na decyzje podejmowane przez innych (Hirshleifer i Teoh, 2003). Badania wskazują, że osoby wykorzystują zarówno dane osobowe, jak i informacje rynkowe, ale w dużym stopniu opierają się na osobistych wnioskach (Ames, 2004). Ta funkcja informacyjna sieci społecznościowej wynika z braku informacji i niepewności (Hoffmann, Post i Pennings, 2015).

Przed podjęciem decyzji inwestycyjnej inwestorzy zbierają informacje od innych z otoczenia, tj. przyjaciół i rodziny (Ianole, 2011). Z praktycznych eksperymentów terenowych wynika, że podczas interakcji z dużą grupą członków jednostki są pod wpływem rad innych (Bowden i McDonald, 2008). Na inwestorów silnie wpływają kontakty społeczne w podejmowaniu decyzji, a negatywna produktywność jest dowodem w postaci zwrotów (Wang i Yu, 2015). Interakcja społeczna ma negatywny związek z procesem decyzyjnym inwestora.

- *Zachowania stadne.* Przekonanie inwestorów, że inni mają rację, skłania ich do podążania za innymi inwestorami - jest to zachowanie zwane 'stadnym'. Obserwuje się je na giełdach, gdy inwestorzy indywidualni podejmują decyzje na podstawie tego, co robi większość (Bikhchandani, Hirshleifer i Welch, 1998). Zachowanie tego typu różni się od interakcji społecznych, ponieważ te drugie odnoszą się do wpływu osób w kontaktach społecznych poszczególnych osób (Çelen i Kariv, 2004). Istnieje wiele powodów, dla których inwestorzy wybierają tzw. stado, np. polegają na informacjach innych inwestorów lub uważają, że inni inwestorzy są lepiej poinformowani (Scharfstein i Stein, 1990). Takie zachowanie często prowadzi do słabych wyników dla indywidualnych decydentów inwestycyjnych (Bikhchandani, Hirshleifer i Welch, 1992). W literaturze utrzymuje się, że tzw. 'pasterstwo' negatywnie wpływa na percepcję i wzorce decyzyjne indywidualnego inwestora. Przestają oni bowiem polegać na własnym zestawie informacji; nie dokonują racjonalnego wyboru (Devenow i Welch, 1996). Kiedy ludzie gromadzą się w stadach, stają się ślepi na swoją prywatną wiedzę (Chang, Cheng i Khorana, 2000). Inwestorzy w krajach słabo rozwiniętych podążają za zachowaniami stadnymi (Kumari i Sar, 2017).

Jedno z badań wykazało, że stado ma skutek ciągły, ponieważ zachowanie stada w przeszłości może powodować następne zachowanie tego typu (Hachicha, Bouri i Chakroun, 2007). Co więcej, analitycy skłaniają się ku pesymistycznym prognozom, gdy nie są pewni lub mają mniej informacji (Van Campenhout i Verhestraeten, 2010). Lin H. (2011) stwierdza, że kobiety są bardziej podatne na uprzedzenia stadne i ślepo podążają za innymi grupami inwestorów. Podobnie młodzi inwestorzy częściej padają ofiarą nastawienia pasterskiego niż starzy inwestorzy, którzy są bardziej doświadczeni (Hassan, Shahzeb i Shaheen, 2013). Wyniki wskazują, że 'stado' wpływa negatywnie na decyzje inwestorów w wielu krajach, w tym w Indiach (Agarwal, Verma i Agarwal, 2016). Zatem zachowania te zniekształcają wzorce decyzyjne inwestorów indywidualnych (Qasim, Hussain, Mehboob i Arshad, 2019) i stanowią negatywny związek z procesem decyzyjnym.

3.2. Finanse behawioralne – nastroje inwestorów a wpływ pogody

Finanse behawioralne to obszar badawczy, który stosuje teorie psychologiczne do modeli finansowych w celu wyjaśnienia anomalii rynkowych (Shiller, 2003). Jedną z tych teorii jest teoria perspektywy, oparta na teorii oczekiwanej użyteczności, w której prawdopodobieństwo zastąpiono wagami (Kahneman i Tversky, 1979). Inną teorią jest efekt dyspozycji lub tendencja inwestorów do utrzymywania aktywów, które zbyt długo traciły na wartości i sprzedaży tych, które zyskały wartość zbyt wcześnie (Shefrin i Statman, 1985). Zbyttna pewność siebie to kolejna teoria, która odnosi się do tendencji do przeceniania własnych umiejętności i wiedzy (Fischhoff, Slovic i Lichtenstein, 1977). Dlatego finanse behawioralne analizują zachowania inwestorów i ich wpływ na giełdy z psychologicznego punktu widzenia. Ponieważ etyka i emocje wpływają na wyniki finansowe (Cuomo i inni, 2018), a funkcje behawioralne są wykorzystywane do analizy rynków finansowych (Khan, Shaorong i Ullah, 2017), finanse behawioralne stały się interesującym polem badawczym.

Klasyczne teorie ekonomii i finansów zazwyczaj zakładają, że inwestorzy są w pełni racjonalni, a nastroje nie mają wpływu na ceny akcji. Niektóre badania sugerują jednak, że systematyczna zmiana nastrojów, związana z wydarzeniami pozornie niezwiązanymi z fundamentami gospodarczymi, może mieć istotny i przewidywalny wpływ na ceny tych instrumentów. Przypuszcza się, że systematyczna zmiana nastroju inwestorów związana jest z takimi wydarzeniami, jak zmiana ilości godzin dziennych (Kamstra, Kramer i Levi, 2003), dni deszczowe (Hirshleifer i Shumway, 2003), cykle księżycowe (Yuan, Zheng i Zhu, 2006), temperatura (Cao i Wei, 2005) oraz wyniki narodowej drużyny sportowej (Edmans, Garcia i Norli, 2007). Mogą mieć one ekonomicznie istotny wpływ na ceny akcji.

Powołując się na szereg ograniczeń metodologicznych, niektórzy kwestionują jednak wnioski wyciągnięte w tych badaniach. Po pierwsze, wyniki osiągnięte w ich rezultacie mogą być artefaktem eksploracji danych (Sullivan, Timmerman i White, 2001). Po drugie, niektóre wyniki udokumentowane w tych badaniach mogą być wrażliwe na wartości odstające (Pinengar, 2002) lub po prostu wpływ na nie ma przypadek (Fama E. F., 1998). Wreszcie, co najważniejsze, dowody oparte na danych rynkowych wskazują jedynie na związek, a nie na związek przyczynowy, między różnymi okolicznościami a cenami akcji. W takich sytuacjach nie można wykluczyć wyjaśnienia, że zgodnie z klasycznymi teoriami ekonomii i finansów inne okoliczności mają wpływ na ceny akcji. Na przykład Gerlach J.R. (2007) wykazał, że większość anomalii pogodowych i kalendarzowych znika, gdy bierze się pod uwagę współczesne zapowiedzi wiadomości makroekonomicznych. Doszedł do wniosku, że reakcja rynku na wiadomości makroekonomiczne, a nie czynniki psychologiczne, wyjaśnia te pozorne anomalie.

The conclusions drawn from studies are often the subject of scientific debate. Some of them are contested due to certain methodological limitations that do not warrant wider generalizations. In the critical literature on the subject one can find statements that:

- their results may be the result of data mining (Sullivan, Timmerman and White, 2001).
- some results documented in these studies may be sensitive to outliers (Pinengar, 2002)
- results are influenced by chance (Fama E. F., 1998).

- evidence based on market data only indicates a relationship, not a causal relationship, between various events and stock prices.

In such situations, the explanation that, according to classical theories of economics and finance, other factors influence stock prices cannot be excluded. For example, Gerlach J.R. (2007) showed that most weather and calendar anomalies disappear when contemporary macroeconomic news announcements are taken into account. He concluded that market reaction to macroeconomic news, rather than psychological factors, explains these apparent anomalies.

Kontrowersje wokół pozornych anomalii uwydatniają potrzebę dokładniejszej oceny relacji między nastrojami inwestorów a cenami akcji. Czy zatem zmiana nastroju powoduje zmianę determinant cen akcji, czyli awersji inwestorów do ryzyka i/lub prognoz przyszłych przepływów pieniężnych i zysków? Jest to zasadnicze pytanie, z którym borykają się naukowcy od lat. Pomocne w tym przypadku może okazać się stwierdzenie Bloomfield'a R. oraz Anderson'a A. (2010), którzy badając związek między nastrojem a determinantami cen akcji, stwierdzili, że wszystko poza nastrojem jest niezmiennie, więc każda zmiana w podejmowaniu decyzji przez inwestorów musi być spowodowana jedynym czynnikiem, który systematycznie się zmienia, czyli nastrojem.

Psychologowie twierdzą, że decyzje, które podejmujemy, mogą silnie zależeć od aktualnych naszych stanów emocjonalnych. Ogólnie rzecz biorąc, ludzie w dobrym nastroju dokonują bardziej optymistycznych ocen i są bardziej skłonni do podejmowania ryzyka (Johnson i Tversky, 1983) (Wright i Bower, 1992). Z kolei będąc w złym humorze częściej towarzyszy nam pesymizm i ostrożniej podejmujemy decyzje. Szczególnie zmiany nastroju wpływają silnie na ocenę odległych w czasie zjawisk abstrakcyjnych, o których decydecja nie ma konkretnych i precyzyjnych informacji (Forgas, 1995).

Rola emocji w postrzeganiu ryzyka i podejmowaniu decyzji była systematycznie rozwijana przez Loewenstein'a G.F. i in. (2001). Stwierdzili oni, że emocje mają wpływ na każdy element procesu decyzyjnego. Okazuje się, że ludzie kształtują swoje preferencje w zależności od nastroju, nawet gdy przyczyna dobrego lub złego humoru jest zupełnie niezwiązana z dziedziną, w której podejmują decyzję. Fakt, że nastroje zależą od warunków atmosferycznych, jest szeroko udokumentowany. W dziedzinie finansów behawioralnych stosuje się systematyczne podejście do badania czy warunki pogodowe mogą wpływać na psychologię inwestorów, czy nie.

Ogólnie rzecz biorąc, zmiany warunków pogodowych mogą prowadzić do złożonych reakcji psychologicznych i fizycznych i są odpowiedzialne za różne aspekty ludzkiego zachowania, takie jak interakcje międzyludzkie, agresywne zachowanie i wydajność (Lu i Chou, 2012). Kals W.S. (1982) wykazał, że około jedna trzecia ludzi jest wrażliwa na warunki pogodowe, przez co cierpi na tym 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). Howarth E. i Hoffman M.S. (1984) stwierdzili, że zmienne pogodowe są istotnymi predyktorami zmian większości z dziesięciu parametrów nastroju. Według ich badań najważniejszym predyktorem była wilgotność, podczas gdy optymizm był istotnie zależny od liczby godzin nasłonecznienia. Agresywne odczucia z kolei nasilają się, gdy temperatura spada do bardzo niskiej. Podobnie Schneider F.W. i in. (1980) wykazali, że niskie temperatury mogą wpływać na dyskomfort, a tym samym na agresywne zachowanie. Cao M. i Wei J. (2005) wykazali, że bardzo wysokie lub bardzo niskie temperatury mają tendencję do zwiększania poziomu

agresji, prowadząc do hysterii i apatii. Na tym etapie ważne jest także wskazanie wpływu wiatru i wilgoci. Z jednej strony duża prędkość wiatru może prowadzić do zmniejszenia stężenia zanieczyszczeń i ich rozprzestrzeniania się na innych obszarach. Z drugiej strony wilgotność może niekorzystnie wpływać zarówno na środowisko, jak i na organizm ludzki na różne sposoby (Viswanathan i Krishnamurti, 1989) (Ahrens, 2011).

Psychologowie wskazują ponadto, że pogoda ma nieoczekiwany wpływ na psychologiczne aspekty człowieka, z których jednym są sezonowe zaburzenie afektywne (Lee i Wang, 2011), co można łatwo wyjaśnić sezonowymi wahaniami stóp zwrotu (Kamstra, Kramer i Levi, 2003). Inne badania w tym zakresie dotyczyły związku między sezonowymi zmianami godzin dziennych, a cenami akcji. Kamstra M.J. i in. (2003) odkryli korelację między zwrotami akcji a godzinami dziennymi (patrz także (Garret, Kamstra i Kramer, 2005)) i przypisali ten efekt obniżonym nastrojom wynikającym z sezonowych zaburzeń afektywnych, stanu spowodowanego niższym poziomem nasłonecznienia. W powiązonym badaniu Kamstra M.J. i wsp. (2000) zbadali wpływ zaburzonych wzorców snu spowodowanych zmianami do i od czasu letniego i stwierdzili znacznie niższe zwroty po zmianach czasu letniego na giełdach w USA, Wielkiej Brytanii, Kanadzie i Niemczech. Shu H.C. (2010) wykazał, że przyjemna pogoda tworzy dobry nastrój, skłaniając inwestorów do optymalizacji rynku akcji i na odwrót. Symeonidis L. i in. (2010) sprawdzili, że słoneczna pogoda wpływa na nastroje inwestorów, czyniąc ich bardziej optymistycznymi i skłonny do zajmowania długich pozycji, co z kolei prowadzi do wyższych zwrotów. Inwestorzy pod wpływem optymistycznego lub pesymistycznego stanu psychologicznego przeceniają lub nie doceniają swoich perspektyw na przyszłość gospodarki, więc kupują lub sprzedają więcej akcji. Ponieważ warunki pogodowe mogą wpływać na zachowanie i nastrój osoby, inwestorzy w dobrym nastroju są zwykle bardziej optymistyczni co do przyszłych perspektyw i wykazują większą chęć do inwestowania. To z kolei zmusza ich do przeceniania prawdopodobieństwa sukcesu i niedoszacowania ryzyka swojej decyzji (Wright i Bower, 1992) (Nofsinger, 2005).

W jednym z najwcześniejszych badań dotyczących wpływu nastroju Saunders E.M. (1993) zaproponował, że zmiany nastroju wynikające ze zmian w poziomie zachmurzenia mogą wpływać na ceny akcji. Zbadał związek między zachmurzeniem w Nowym Jorku a dziennymi zwrotami z wielu nowojorskich indeksów giełdowych. Jego dane ujawniły długą historię niższych i wyższych zwrotów odpowiednio w pochmurne i słoneczne dni. Doszedł do wniosku, że zmiany nastrojów związane z poziomem zachmurzenia mają wpływ na ceny akcji. Hirshleifer D. i Shumway T. (2003) podali następnie, że efekt nasłonecznienia nie ogranicza się do Nowego Jorku. Udokumentowali związek między zachmurzeniem a cenami akcji w 18 z 26 badanych krajów. Roczna różnica w stopach zwrotu między dniami słonecznymi i pochmurnymi na niektórych rynkach wynosiła nawet 24,6 procent, co podkreśla ekonomiczne znaczenie tego efektu. Zalecali oni inwestorom osiągnięcie zysków dzięki znajomości nastrojów spowodowanych nie tylko pogodą, ale także innymi rodzajami warunków, aby uniknąć błędów związanych z nastrojem w ocenie i transakcjach finansowych. W podobnym zakresie swoje badania prowadził zespół Bassi A., Colacito R. i Fulghieri P. (2013) dostarczając eksperymentalnych dowodów na związek między pogodą, nastrojem i ryzykownymi zachowaniami badanych. Zidentyfikowali oni kanał tolerancji ryzyka, przez który pogoda wpływa na decyzje inwestycyjne. Nastrój wydaje się być mechanizmem transmisji, dzięki któremu dobra pogoda sprzyja ryzykownym zachowaniom. W szczególności temperatura i ciśnienie

powietrza pozytywnie wpływają na nasze transakcje kupna-sprzedaży. W przypadku zachmurzenia z kolei znajdujemy oczekiwany negatywny związek między zachmurzeniem a skłonnością do zakupów.

Późniejsze badania rozszerzyły badanie związku między pogodą a cenami akcji, aby objąć różne zjawiska pogodowe (tj. temperaturę, opady, wilgotność, prędkość wiatru) oraz różne kraje (Pardo i Valor, 203) (Cao i Wei, 2005) (Chang, Nieh, Yang i Yang, 2006) (Dowling i Lucey, 2008). Badania te dodatkowo potwierdzają tezę, że zmiany nastroju wywołane szeregiem zjawisk pogodowych są związane ze zmianami cen akcji.

Patrząc bezpośrednio na analizę relacji giełdowych ze zmianami pogody w ostatnich latach, w literaturze przedmiotu znalazło się kilkanaście pozycji. 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)	Badają wpływ 8 zmiennych pogodowych na dziesięć zmiennych nastroju. Odkrywają, że największy wpływ na nastrój mają wilgotność, temperatura i godziny nasłonecznienia. Godziny słoneczne wiążą się z wyższymi wynikami w zakresie optymizmu, wysoki poziom wilgotności wiąże się z niższymi wynikami w zakresie koncentracji, a wzrost temperatury z niższymi wynikami w zakresie niepokoju i sceptycyzmu.
Loughran i Schultz (2004)	Wykazują, 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)	Jako pierwszy badał związek między pogodą w Nowym Jorku a stopami zwrotu z giełdy nowojorskiej (NYSE). W badaniu stwierdzono, że istnieje znacząca korelacja między zachmurzeniem a zwrotami z rynku akcji; w związku z tym zaczął zwracać uwagę ekonomistów na możliwy wpływ zmian pogodowych na stopy zwrotu z giełdy.
Kamstra, M.J., Kramer, L.A., i Levi, M.D. (2000)	Stwierdzili, że jesienią i zimą zyski rynkowe są średnio niższe niż wiosną i latem. Scharakteryzowali to jako początek sezonowego zaburzenia afektywnego, czyli depresji związanej ze spadkiem światła dziennego. Okazało się, że jest szczególnie silny w krajach skandynawskich. Doszli do wniosku, że z powodu braku słońca ludzie łatwiej wpadają w depresję, co obniża ogólny dobry nastrój i chęć do inwestowania. Gdyby inwestorzy zdali sobie z tego sprawę wcześniej, mogliby zapobiec irracjonalnym decyzjom, które mogliby podjąć.
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 są związane z wyższym nastrojem i lepszą pamięcią, podczas gdy cieplejsza pogoda wiąże się z niższym nastrojem latem. Działalność handlowa, jak powszechnie się uważa, silnie koreluje z umiejętnościami, osobowościami i nastrojami handlowców; tymczasem wyniki można bezpośrednio i natychmiast przedstawić w postaci zwrotów z akcji. Dlatego też giełda daje naukowcom dobrą okazję do zbadania powyższej przyczynowości.
Hirshleifer, D. i Shumway, T. (2003)	Zbadali, że słońce może doprowadzić do dobrego nastroju, co dodatkowo przełoży się na pozytywne zwroty akcji. W swoich badaniach udowodnili, że istnieje istotna dodatnia korelacja między nasłonecznieniem a stopami zwrotu. Z drugiej strony zła pogoda, jak deszcz i śnieg, nie wpłynęła na zwroty akcji. Ustalili, że inwestorzy mogą skorzystać, wiedząc, w jakim są nastroju w danym momencie. Dzięki temu mogą uniknąć błędów spowodowanych nastrojem, które mogą popełnić przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych.
Yoon, S.M. i Kang, S.H. (2009)	Wykazano, że w okresie poprzedzającym kryzys finansowy w Azji w 1997 r., który miał wpływ globalny, niskie temperatury miały pozytywny wpływ na plony, natomiast ekstremalnie wysoka wilgotność i zachmurzenie były ujemne. Ponieważ po roku 1997 zniesiono różne ograniczenia dla inwestorów zagranicznych, a możliwości handlu elektronicznego stały się

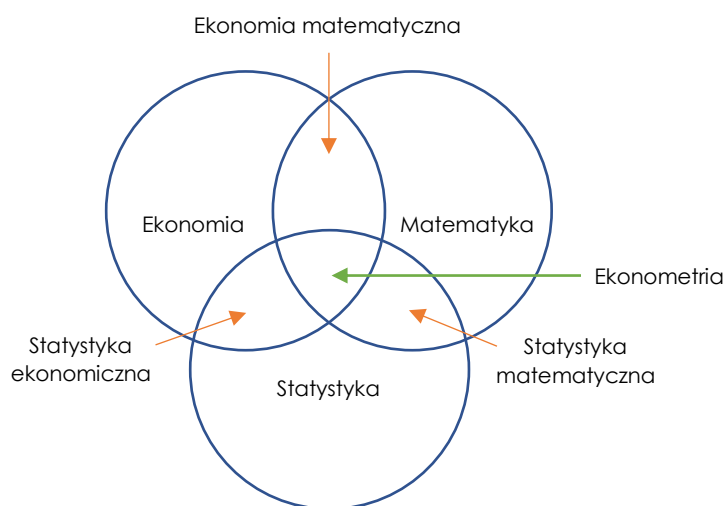
	powszechne, wpływ warunków pogodowych stał się nieznaczny. <i>Republika Korei, 2009</i>
Kang, S.H., Jiang, Z., Lee, Y. i Yoon, S.M. (2010)	Udowodniono, że warunki pogodowe miały wpływ na fundusze typu A i nie wpływały na fundusze typu B przez cały okres badania. W okresie po otwarciu; tylko fundusze typu B były silnie dotknięte warunkami pogodowymi, podczas gdy w rentowności zarówno funduszy typu A, jak i typu B warunki pogodowe doprowadziły do zmienności. <i>Giełda w Szanghaju, 1996-2007</i>
Dowling, M. i Brian, M.L. (2005)	Stwierdzono dodatnią korelację między wynikami analizy wilgotności a wskaźnikami wydajności w odniesieniu do nieco odmiennych opinii w tym zakresie występujących w literaturze. Przyczyn tego odmiennego wyniku analizy, doszukanii się autorzy w niezwykłych warunkach pogodowych panujących w Irlandii. <i>Irlandzka Giełda Papierów Wartościowych, 1988-2001</i>
Symeonidis, L., Daskalakis, G. i Markellos, R.N. (2010)	Stwierdzono, że pochmurne dni oraz wydłużanie i zmniejszanie godzin nocnych mają negatywną korelację ze zmiennością rynków akcji. Na dowód tego stwierdzili, że zachowanie indeksu S&P ma tendencję do negatywnego wpływu w pochmurne dni oraz zwiększania i zmniejszania liczby godzin nocnych. <i>26 międzynarodowych giełd, 1982-1997</i>
Goetzman, W.N. i Zhu, N. (2005)	Zauważyli, że w deszczowe dni uczestnicy rynku zwykle kończą handel wcześniej. Ich zdaniem daje się spostrzec wpływ pochmurnych dni na zarówno na płynność jak i na zmienność; <i>2005</i>
Loughran, T. i Schultz, P. (2004)	Omówili problematykę niskiego wolumenu. Przyczyn tego stanu upatrywali w trudnościach w dotarciu do pracy w dni z burzami śnieżnymi; <i>2004</i>
Hong, H., Kubik, J. i Stein, J. (2004)	Twierdzili, że inwestorzy są bardziej towarzyscy i otwarci na komunikację między sobą w słoneczne dni, co może tłumaczyć dużą zmienność obserwowaną obecnie na giełdzie; <i>2004</i>
Vlady, S., Tufan, E. i Hamarat, B. (2011)	Wykazali, że nastąpiła znacząca zmiana rentowności na australijskiej giełdzie w deszczowe dni; <i>Australia 1992-2006</i>
Kang, S.H., Jiang, Z. i Yoon, S.M. (2010)	Stwierdzili, że giełda w Hongkongu nie była wrażliwa na ekstremalne warunki pogodowe i że wpłynęło to na rynek Shenzhen; <i>giełda w Hongkongu 1999-2008</i>
Worthington, A. (2009)	Zbadał 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 zidentyfikował żadnego wpływu na przychody rynkowe; <i>1958-2005</i>
Keep, 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. Z kolei prędkość burzy i liczba dni z pogodą pochmurną takiego wpływu nie mają; <i>1992-2003</i>
Floros, C. (2008)	Wpływ dziennych temperatur na giełdy w Austrii, Belgii, Francji, Grecji i Wielkiej Brytanii był badany w różnym czasie i zidentyfikowano ujemną korelację między parametrami dziennych temperatur a dochodowością rynków akcji w Austrii, Belgii i Francji. Z kolei w przypadku Grecji i Wielkiej Brytanii korelacja ta była dodatnia, ale nie silna statystycznie. 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. Badacz stwierdził również, że w styczniu wskaźniki bezpieczeństwa są dodatnie, a wynika to głównie z niskich temperatur, które powodują agresywne podejmowanie ryzyka; <i>Austria, Belgia, Francja, Grecja i rynki akcji w Wielkiej Brytanii, 2008</i>
Chang, T., Nieh, C.C., Yang, M.J. i Yang, T.Y. (2006)	Zbadali wpływ warunków pogodowych na zyski, względem takich czynników pogodowych jak temperatura, wilgotność i dni pochmurne. Zgodnie z wynikami badań na istotny wpływ w tym przypadku miały: temperatura i dni pochmurne; <i>Giełda tajwańska, lipiec-październik 2006</i>
Wang, Y., Lin, C.T. i Lin, J.D. (2012)	Nie zidentyfikowali wpływu dni deszczowych na zyski rynkowe, ale wykazali, że dni słoneczne dni i temperatura mają w tym zakresie istotny wpływ; <i>Giełda Tajwańska, 2001-2007</i>
Tuna, G. (2014)	Zbadali wpływ wilgotności i pochmurnych dni na rentowność indeksu giełdowego w Stambule i nie znaleźli żadnego wpływu. Podobnie jak w badaniu Tufana i Hamarata (2004), Tuna stwierdził, że giełda w Stambule jest w kiepskim stanie; <i>Giełda w Stambule, 1987-2006</i>
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 giełdową; <i>26 krajów, 1982-1997</i>
Zadorozhna, O. (2009)	Zbadano występowanie korelacji między wskaźnikami opłacalności, indywidualnymi wskaźnikami bezpieczeństwa, wartością handlową i warunkami pogodowymi (burza, pochmurne dni, ciśnienie, deszcz i wilgotność) w różnych okresach nie krótszych niż 6 lat. Choć w

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 liczbą bądź z metodami operowania nią, tj. statystyka operująca liczbami doświadczalnymi, pochodzącymi z eksperymentu lub obserwacji, oraz matematyka dostarczająca metod wykorzystania tych liczb.



Rysunek 3.2. Miejsce ekonometrii.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Błaczkowska, A., Czeakała, M., Grześkowiak, A., Kowalewski, G., & Szmigiel, 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, współcześnie widziane jako odrębne specjalności. Ewolucję rozumienia zadań stojących przed nią obrazuje Rysunek 3.2.

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’). Ekonometrycy - 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 nauk fizycznych 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 teoretyczne i stosowane. Ekonometrycy teoretyczni 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 napotykają - i ostrzegają swoich teoretycznych odpowiedników - o atrybutach danych, które prowadzą do problemów z istniejącymi technikami szacowania. Na przykład ekonometrycy mogą odkryć, że wariancja danych (jak bardzo poszczególne wartości w szeregu różnią się od ogólnej średniej) zmienia się w czasie.

Głównym narzędziem ekonometrii jest liniowy 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 związków regresyjnych.

Ze względu na daleko idącą odrębność filozofii badawczej i technik analitycznych – za wyodrębniony podobszar ekonometrycznego modelowania przyjmuje się badanie zjawisk gospodarczych, generujących długie szeregi czasowe danych ekonomicznych, głównie za pomocą technik analizy autoregresyjnej (Błaczkowska, Czekąła, Grześkowiak, Kowalewski i Szmigiel, 2002).

Ekonometria z założenia może dawać średnio poprawne prognozy, ale tylko przy pomocy rozsądnej ekonomii, która kieruje specyfikacją modelu empirycznego.

Mimo, że jest to nauka o ugruntowanych zasadach i procedurach dopasowywania modeli do danych ekonomicznych, w praktyce ekonometria jest sztuką, która wymaga znacznego 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 predykcyjnych’* (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 predykcyjnych.*

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 ekonometrii¹¹. 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 3.3.



Rysunek 3.3. Etapy analizy ekonometrycznej.

¹¹ 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).

Źródło: Opracowanie własne.

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 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.

Kolejnym krokiem jest wybór formy 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 . Musimy zatem odpowiedzieć na pytanie według jakich formalnych związków zmienna modelowana zależy od zbioru zmiennych objaśniających? Należy stwierdzić, że wybór postaci analitycznej modelu ekonometrycznego jest jednym z najtrudniejszych etapów badań. Jest on szczególnie uciążliwy, gdy rozpatrujemy modele z większą liczbą zmiennych objaśniających.

Tabela 3.2. Rodzaje modeli ekonometrycznych

Kryterium podziału	Rodzaj modelu
Postać analityczna funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • liniowe • nieliniowe
Liczba równań modelu	<ul style="list-style-type: none"> • jednorównaniowe • wielorównaniowe
Rola czynnika czasu	<ul style="list-style-type: none"> • statyczne • dynamiczne
Liczba zmiennych w modelu	<ul style="list-style-type: none"> • z jedną zmienną objaśniającą • z wieloma zmiennymi objaśniającymi
Rodzaj prawidłowości statystycznych	<ul style="list-style-type: none"> • struktury (rozkładu) • dynamiki i wahań (tendencji rozwojowej) • związku w czasie • związku w przestrzeni
Zakres badania	<ul style="list-style-type: none"> • mikroekonomiczne • mezoekonomiczne • makroekonomiczne
Charakter powiązań pomiędzy zmiennymi objaśniającymi	<ul style="list-style-type: none"> • prosty • rekurencyjny • o równaniach współzależnych
Stopień wiedzy o elemencie losowym	<ul style="list-style-type: none"> • stochastyczne (probabilistyczne, statystyczne oraz strategiczne) • deterministyczne
Sposób powiązania ze sobą zmiennych endogenicznych nieopóźnionych w czasie	<ul style="list-style-type: none"> • proste • rekurencyjne • o równaniach łącznie współzależnych
Wartości poznawcze	<ul style="list-style-type: none"> • przyczynowo-skutkowe • symptomatyczne • autoregresyjne • trendu

Źródło: opracowanie własne

Przechodząc do etapu estymacji modelu ekonometrycznego dysponujemy już pełną hipotezą modelową co do wszystkich zmiennych w modelu oraz co do postaci analitycznej. Zakładając zatem, że nasza hipoteza dotycząca funkcji opisującej zależność między zmienną objaśnianą a zbiorem zmiennych objaśniających jest słuszna, tzn. że model jest zgodny z rzeczywistym przebiegiem odpowiedniej prawidłowości, stajemy przed problemem określenia liczbowych wartości parametrów strukturalnych w odpowiedniej postaci analitycznej modelu. Ten etap badania sprowadza się zatem do wyboru metody szacunku parametrów modelu ekonometrycznego, a następnie do ich oszacowania. Najbardziej znaną i najczęściej stosowaną metodą estymacji jest metoda najmniejszych kwadratów. Jednak czasami modele są nieliniowe, mają heteroskedastyczność lub autokorelację reszt. W takich przypadkach można zastosować inne metody, takie jak chociażby metoda największej wiarygodności.

Następnie oszacowany model powinien przejść procedurę weryfikacji z wykorzystaniem różnego rodzaju statystyk (testów). Etap ten jest decydującym o tzw. jakości modelu. Wyróżnić tutaj można pięć podetapów:

- 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.

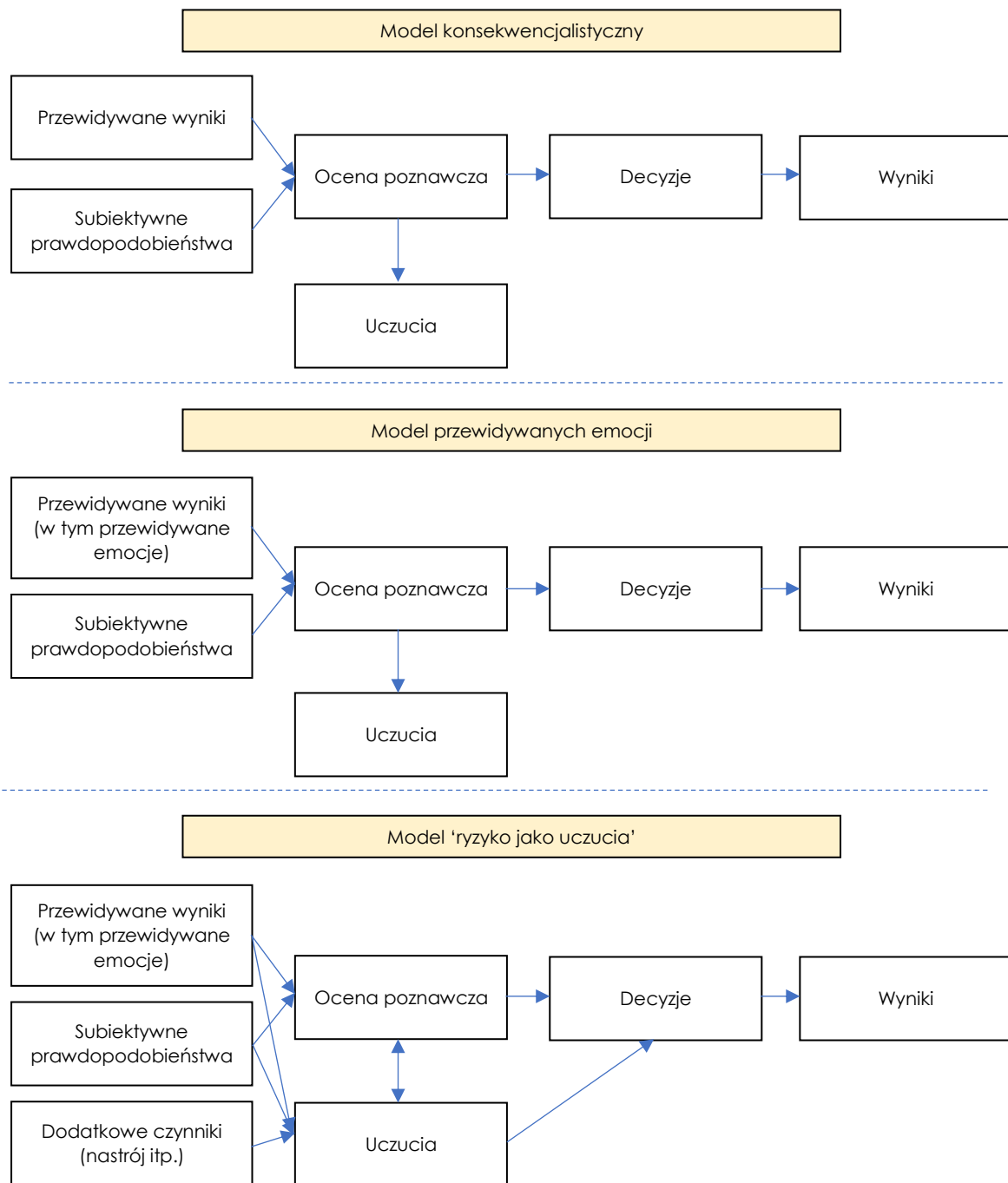
W przypadku rynku finansowego narzędzia statystyczne obejmują przede wszystkim weryfikację hipotezy o niskiej efektywności rynku.

3.4. Nastroj inwestorów giełdowych w ujęciu modelowania ekonometrycznego

Badania z zakresu ekonomii behawioralnej, na przykład Loewenstein'a G. (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. Naukowcy z zakresu finansów behawioralnych coraz częściej badają, czy emocje inwestorów wpływają na ich decyzje i czy taki wpływ na zachowanie ma znaczące skutki ekonomiczne. Jednym z obszarów badań jest chociażby niewłaściwa ocena nastroju. W obszarze tym rozważa się wpływ czynników środowiskowych, takich jak pogoda i warunki społeczne, na wycenę akcji. Rzekomo racjonalni inwestorzy ulegają uczuciom, które czasami wywołują niepożądane wydarzenia w ich otoczeniu, a wpływ uczuć na zachowanie decyduje o wyborach inwestycyjnych i wynikach rynkowych.

W tradycyjnych modelach podejmowania decyzji, które wiążą się z ryzykiem i niepewnością, zakłada się, że decydent ilościowo jest w stanie zważyć koszty i korzyści z możliwych wyników i wybierze w konsekwencji ten, który zapewnia najlepszy kompromis między ryzykiem a korzyścią. Ta konsekwencjalistyczna perspektywa pomija fakt, że na decydenta wpływają uczucia. Lucey B.M. i Dowling M. (2005) cytują obszerną literaturę dokumentującą wpływ uczuć na decyzje, zwłaszcza te ryzykowne. W świetle takich badań dokonano ulepszeń w tradycyjnym modelu, aby uwzględnić wpływ

przewidywanych emocji lub emocji doświadczanych przez decydenta w zależności od postrzeganego wyniku. Jednak nawet to przejście do modelu ignoruje wpływ aktualnego stanu emocjonalnego decydenta. Dlatego Loewenstein G. i in. (2001) opracowali model 'ryzyko jako uczucia', aby uwzględnić obecne emocje i uczucia ludzi w procesie podejmowania decyzji. Ustalają znaczenie uczuć dla procesu podejmowania decyzji, przyjmując trzy podstawowe założenia. Twierdzą, że ewaluacje poznawcze wywołują reakcje emocjonalne: emocje są 'uważane przez większość współczesnych teorii za postkognitywne, to znaczy występujące dopiero po przeprowadzeniu znacznych operacji poznawczych' (Zajonc, 1980). I odwrotnie, emocje wpływają na oceny poznawcze, ludzie w pozytywnym nastroju dokonują bardziej optymistycznych wyborów, a osoby w negatywnym nastroju dokonują bardziej pesymistycznych (Johnson i Tversky, 1983). Wreszcie Loewenstein G. i in. (2001) twierdzą, że uczucia mogą wpływać na zachowanie. Dzięki tym założeniom dochodzą do swojego modelu. Modele podejmowania decyzji zilustrowano na Rysunek 3.4: tradycyjny model konsekwencjalistyczny, model przewidywanych emocji i model 'ryzyko jako uczucia'.



Rysunek 3.4. Modele podejmowania decyzji.

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. doi: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267> .

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

1. 'subiektywne parametry' inwestorów (poziom awersji do ryzyka, ocena odpowiednich czynników dyskontowych itp.) zmieniają się w czasie ze względu na zmiany nastroju;
2. skutki tych zmian nastroju są szeroko i jednolicie odczuwane przez uczestników rynku;
3. inwestorzy nie zdają sobie sprawy, że na ich decyzje wpływają takie wahania nastrojów.

Nasuwa się pytanie: jeśli powyższe warunki dotyczą tylko podzbioru inwestorów, czy na ceny akcji nadal wpływają wahania nastrojów? Tradycyjny pogląd był taki, że nawet jeśli niektórzy inwestorzy źle dokonają wyceny, poinformowani i racjonalni uczestnicy rynku będą w stanie usunąć wszelkie błędy. Jednak Barberis N. i Thaler R. (2003) wskazują na 'granice arbitrażu' i argumentują, że akcje mogą pozostać niewłaściwie wycenione, nawet jeśli podejrzewa się błędną wycenę, a ta może wystąpić w wyniku działań tylko niewielkiej części inwestorów.

Opierając się na wcześniejszej dyskusji i przeprowadzonych rozważaniach, można stwierdzić, że wahania nastrojów wpływają na decyzje inwestorów, które mogą wpływać na równowagę cen akcji. Schwarz N. i Clore G.L. (1983) wskazują, że nastrój może wpływać na decyzje, nawet jeśli przyczyna zmiany nastroju nie jest związana z podejmowaną decyzją. To tzw. złe przypisanie nastroju zachęciło badaczy finansów behawioralnych na całym świecie 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 *światło słoneczne*. Z tradycyjnej perspektywy efektywnego rynku, skoro światło słoneczne oddziałuje na pogodę, może również wpływać na rolnictwo czy chociażby budownictwo. Rynek dostosuje się wówczas odpowiednio do tej 'zmienności egzogenicznej'. Jednak we współczesnych gospodarkach rolnictwo odgrywa niewielką rolę i nie powinno wpływać na cenę indeksu giełdowego, zwłaszcza jeśli taki indeks nie składa się głównie z branż związanych z pogodą. Ponadto nasłonecznienie występujące w jednym konkretnym miejscu nie jest reprezentatywne dla pogody w całej gospodarce. Wręcz przeciwnie, model ryzyka jako uczuć przewiduje, że kiedy świeci słońce, ludzie są bardziej optymistyczni, a tym samym bardziej skłonni do kupowania akcji. Błędnie przypisują dobry nastrój raczej pozytywnym perspektywom gospodarczym niż dobrej pogodzie. Wpływ godzin nasłonecznienia na odczucia inwestorów spełnia trzy wymagania zaproponowane przez Mehry R. i Sah R. (2002), a opisane nieco wcześniej; nieznanne jednolite wahania nastroju w czasie, których doświadcza duża grupa ludzi. Stąd wahania nastrojów inwestorów wywołane słońcem mogą z kolei wpływać na ceny akcji; sugeruje to, że słońce jest pozytywnie skorelowane ze zwrotami akcji.

Z kolei Saunders E.M. (1993) bada czy istnieje związek między lokalną pogodą w Nowym Jorku a dziennymi zmianami na nowojorskich akcjach. W szczególności hipoteza Saunders'a jest taka, że negatywne skutki złej pogody, którą określa jako *pochmurne dni (zachmurzenie)*, skutkują niższymi cenami akcji, a pozytywne skutki dobrej pogody lub pogodne dni skutkują wyższymi cenami akcji. Na podstawie dopasowania zmiennej dotyczącej zachmurzenia do danych dziennych dla Dow Jones Industrial Average z lat 1927-1989 oraz ważonych wartościami i równo ważonych indeksów NYSE/AMEX z lat 1962-1989, Saunders (1993) stwierdza istotny związek między poziomem zachmurzenia w Nowym Jorku i cenami akcji. Ten szacunkowy wpływ lokalnej pogody na ceny akcji jest silny w odniesieniu do anomalii rynkowych, takich jak styczeń,

weekend i efekty małych firm. Chang S.C. i in. (2008), odkryli z kolei, że zachmurzenie wpływa na zwroty akcji tylko na początku dnia handlowego, 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 obecność klimatyzatorów czy brak okien. Stąd efekt zachmurzenia bardzo szybko się zmniejsza.

Hirshleifer D. i Shumway T. (2003) badają, czy uprzedzenia psychologiczne wpływają na stopy zwrotu z akcji w bardziej globalnej skali. Uwzględniają 26 międzynarodowych centrów finansowych w latach 1982-1997. Korzystając z danych panelowych, a nie długich szeregów czasowych, testują efekt nasłonecznienia na całym świecie. Wykorzystując bardziej wyrafinowaną metodologię niż proste regresje, ich wyniki pokazują, że 18 z 26 miast ma ujemny znak współczynnika mierzącego zależność między zachmurzeniem a zwrotem z indeksu akcji, a cztery z nich mają znaczącą ujemną zależność. W związku z tym Hirshleifer D. i Shumway T. doszli do wniosku, że dni z wysokim zachmurzeniem wiążą się z niższym stopniem zwrotu, nawet jeśli kontrolowane są niekorzystne warunki pogodowe, takie jak deszcz i śnieg.

Istnieje wiele badań naukowych, które identyfikują zmienność indeksów giełdowych i wpływ *temperatury* na zyski z akcji. Dla przykładu Cao M. i Wei J. (2005) sprawdzali wpływ temperatury na stopy zwrotu z akcji, w oparciu o osiem rynków finansowych zlokalizowanych w USA, Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Niemczech, Szwecji, Australii, Japonii i na Tajwanie. W badaniu zastosowano test Run i analizę regresji. Wyniki wskazały, że niższa temperatura może powodować antagonizm, podczas gdy wyższa temperatura może powodować lenistwo. Z kolei według Chang T. i in. (2006) na Tajwanie istniały związki między czynnikami pogodowymi a zwrotami z giełdy na podstawie danych dziennych. Stwierdzono, że temperatura odnotowała silny wpływ progowy na zwroty z rynku akcji. Były one zwykle niższe, gdy pogoda była wyjątkowo gorąca lub bardzo zimna. Analizą wpływu temperatury na rynek giełdowy zajmował się również zespół Narayanamoorthy V., Dharani M. i Muruganandan S. (2015). Stwierdzili oni, że temperatura ma znaczną korelację ze zwrotem z akcji i zmiennością stopy zwrotu z akcji. Swoje wnioski sformułowali w oparciu o model 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 Persinger M.A. (1975) dowiódł, że istnieje dwudniowe opóźnienie korelacji między samooceną nastroju a wskaźnikami pogody, które obejmują dzienną temperaturę, *ciśnienie barometryczne*, *wilgotność względną*, godziny nasłonecznienia, *prędkość wiatru* i globalną aktywność geomagnetyczną. W jego badaniach stwierdzono, że w porównaniu z 'wyższymi nastrojami', słonecznych godzin 'gorszego nastroju' jest mniej, wilgotność względna jest wyższa, a wahania wilgotności mniejsze. Denissen J.J.A., Butalid L., Penke L. i van Aken M.A.G (2008) zbadali sześć wskaźników pogody wpływających na nastrój, które obejmują temperaturę, siłę wiatru, nasłonecznienie, opady, ciśnienie powietrza i tzw. fotoperiod. Stwierdzili, że wpływ pogody na nastrój był niewielki. Nieco w innym tonie wypowiadają się w tym zakresie Howarth E. i Hoffman M.S. (1984), którzy wykorzystali dziesięć zmiennych emocjonalnych i osiem zmiennych pogodowych, aby wywnioskować, że trzy zmienne - temperatura, wilgotność i czas nasłonecznienia mogą mieć znaczący wpływ na nastrój jednostki. Sariannidis N., Giannarakis G. i Partalidou X. (2016) stwierdzili, że zmiany w wilgotności i poziomach

wiatru, a także zmiany zwrotów cen ropy i złota wydają się mieć pozytywny wpływ na europejski rynek akcji.

Dokonując przeglądu literaturowego badań nad wpływem nastroju inwestorów giełdowych na zawierane przez nich transakcje a co za tym idzie stopy zwrotu określonych instrumentów finansowych nie sposób zauważyć, że nie można znaleźć unikalnego systematycznego i trwałego związku między pogodą a rynkiem akcji. O ile w przypadku jednych badań mamy potwierdzenie pewnego stanu i założeń o tyle studiując kolejne możemy mieć już odmienne zdanie, bądź też wcześniejsze przekonania mogą być już nie aż tak istotne. Dokonując zatem podsumowania informacji przedstawionych w niniejszym rozdziale należy zauważyć, że istnieje wiele potencjalnych przyczyn braku tego konsensusu.

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

Drugim istotnym elementem w tym zakresie jest lokalizacja. Keef S.P. i Roush M.L (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; w związku z tym prawdopodobne jest, że może to wywołać różne reakcje rynku w odpowiedzi na te same warunki pogodowe na podstawie lokalizacji giełdy. Potwierdza to także artykuł Symeonidis L., Daskalakis G. i Markellos R. (2010). Loughran T. i Schultz P. (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 stosowane definicje (Krämer i Runde, 1997). Ponadto istotny jest rodzaj rozważanych inwestorów. Levy O. i Galili I. (2008) oraz Shu H. (2010) wykazali, że znaczenie efektu pogodowego zależy od typu inwestorów. Ponadto procedura i statystyki testów mogą dawać błędne wyniki (Krämer i Runde, 1997); (Trombley, 1997).

Ogólnie zatem znaczenie efektu pogodowego zależy od czasu, lokalizacji, definicji pogody, sformułowania hipotez, typu inwestora, procedury i statystyki testowej zastosowanej w badaniach.

Ponadto w modelowaniu wpływu czynników pogodowych należałoby również uwzględnić inne aspekty, które często mogą stanowić przyczynę złożonej, niejednokrotnie sprzecznej literatury ‘pogoda-zachowania inwestorów’:

(1) w wielu przedstawionych do tej pory badaniach nie uwzględniono bowiem sezonowości w zwrotach z akcji, co być może prowadziło do fałszywego związku przyczynowego między czynnikami pogodowymi a zachowaniami inwestorów;

- (2) w niektórych badaniach nie analizowano zmiennych pogodowych w kontekście innych zmiennych pogodowych. Jest to ważne, ponieważ sposób, w jaki jednostki reagują na bodźce, zależy często od kontekstu, np. Loewenstein G.F. i in. (2001); Yechiam E., Druryan M i Ert E. (2008). Na przykład wpływ określonej temperatury na nastrój może być modulowany przez to, czy pada deszcz;
- (3) badania tego typu niekoniecznie sprawdzają, czy na zachowanie inwestorów w różny sposób wpływa pogoda zimą i latem. Wyższe niż zwykle temperatury latem/zimą mogą mieć negatywny/pozytywny wpływ na nastrój.
- (4) większość analiz nie uwzględnia ważnej zmiennej pogodowej, a mianowicie ciśnienia powietrza, czynnika, który, jak wykazano, wpływa na fizjologię i nastrój człowieka, np. Delyukov A i Didyk L. (1999); Radua J., Pertusa A. i Cardoner N. (2010). Ograniczone skupienie się na ciśnieniu powietrza jest zaskakujące, ponieważ jest to jedyny czynnik pogodowy, którego można bezpośrednio doświadczyć w pomieszczeniach.
- (5) w większości przeprowadzonych do tej pory badaniach 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 pogody na zachowanie inwestorów, ważne jest ustalenie bardziej bezpośredniego związku między pogodą w danej lokalizacji a działaniami kupna/sprzedaży osób 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). Jednak mogło to wynikać z połączenia problemów (1)-(4) określonych powyżej lub dlatego, że większość poprzednich badań dotyczyła wpływu pogody na miesięczne lub dzienne, a nie godzinowe, zwroty 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 codzienny handel i średnie dzienne dane pogodowe i nie analizowały skutków pogodowych zimą i latem z interakcjami.

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 – zwroty akcji

Już ponad 25 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. Zauważyli oni bowiem, że zmiany klimatyczne mają znaczący wpływ psychologiczny na ludzi, skłaniając ich do określonych zachowań (Allen i Fischer, 1978); (Hu, Xie i Li, 2013).

Jednak, jak sami argumentują, decydenci powinni być wystawieni na działanie warunków atmosferycznych, aby miały one wpływ na podejmowanie decyzji (Keller i inni, 2005). Ponieważ jest bardzo prawdopodobne, że inwestorzy, którzy handlują akcjami będąc w budynkach, przez jakiś czas nie byli narażeni na warunki atmosferyczne. W związku z tym jest raczej mało prawdopodobne, aby te zmienne pogodowe miały w tym wypadku silny wpływ na zyski z akcji, a przynajmniej nie wszystkie.

Zmienne oparte na pogodzie i naturalnych biorytmach organizmu można bezpiecznie opisać jako zmienne nieekonomiczne w kontekście tradycyjnych modeli wyceny akcji. Jednak z psychologicznego punktu widzenia pogoda i biorytmy nie są zmiennymi neutralnymi. Wykazano, że różnice w tych zmiennych mają znaczący wpływ na nastroje ludzi (Howarth i Hoffman, 1984). Jest to o tyle ważne, że jak argumentuje Loewenstein 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’.

Ponieważ wycena kapitału wiąże się z wazaniem kosztów długoterminowych (ryzyko przyszłych przepływów pieniężnych z tytułu kapitału) i korzyści (prawo do udziału w przyszłych przepływach pieniężnych netto z tytułu kapitału), 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 można sklasyfikować jako ograniczoną racjonalność), które uniemożliwiają w pełni racjonalne podejmowanie decyzji w przypadku ich złożoności, ludzie mają skłonność do podejmowania raczej satysfakcjonujących niż optymalnych decyzji (Conlisk, 1996); (Simon, 1955). Wątki literatury ekonomicznej dowodzą, że ludzie zwracają się do swoich emocji, aby pomóc im podjąć te satysfakcjonujące decyzje, kiedy działają w warunkach ograniczonej racjonalności (Hanoch, 2002); (Kaufman, 1999).

Jednak ta forma satysfakcji może prowadzić do stronniczego podejmowania decyzji, zgodnie z 'teorią nastroju jako informacji' opracowaną przez Schwarza N. i współpracowników (Schwarz, 1990). Teoria ta dowodzi, że nastrój pomaga ludziom podejmować rozstrzygnięcia, kierując ku decyzjom zgodnym z ich nastrojem. Chociaż jest to korzystne i pomaga w podejmowaniu decyzji, pojawia się problem związany z niewłaściwym przypisywaniem nastroju. Schwarz N. sugeruje, że nastrój ma tendencję do wpływania na decyzje, nawet jeśli źródło stanu nastroju nie jest związane z jej podejmowaniem. Schwarz N. wraz z Bless H. (1991) podają, że ludzie w dobrym nastroju dokonują osądów w oparciu o intuicję, podczas gdy zły nastrój skłania ich do dokładnego zbadania i przeanalizowania wszystkiego. Ponadto, według Wrighta W.F. i Bowera G.H. (1992), ludzie w dobrym nastroju dokonują stosunkowo pozytywnych ocen.

I tak Isen A.M., Shalcker T.E, Clark M. i Karp L. (1978) stwierdzają, że wprawianie ludzi w dobry nastrój na początku eksperymentu (poprzez wręczenie im drobnego prezentu) skutkuje bardziej pozytywnymi ocenami zakupów niż w przypadku osób o neutralnym nastroju. Ponadto Johnson E.J. i Tversky A. (1983) odkrywają, że czytanie przez ludzi wiadomości wywołujących negatywny nastrój powodowało, że ich ocena ryzyka niezwiązanych z nimi działań była wyższa niż w przypadku osób, które nie czytały wiadomości. Pozytywny nastrój może zwiększyć podejmowanie ryzyka, a negatywny nastrój prawdopodobnie powoduje staranne przetwarzanie informacji w celu uniknięcia potencjalnej straty (Yuen i Lee, 2003).

Jednym z dobrze zbadanych źródeł złego nastroju jest pogoda. Zdaniem Howarth'a E. i Hoffman'a M.S. (1984) zmienne pogodowe wpływają na stan emocjonalny lub nastrój jednostki, co stwarza predyspozycje do angażowania się w określone zachowania. Zasadniczym odkryciem w tym obszarze jest to, że w szerokim zakresie zmiennych pogodowych dobra pogoda wywołuje pozytywne stany nastroju, a zła pogoda wywołuje negatywne stany nastroju.

Główne zmienne pogodowe, które mają wpływ na nastrój, to słońce (Cunningham, 1979), wilgotność (Allen i Fischer, 1978), temperatura (Bell i Baron, 1976) oraz ciśnienie barometryczne (Digon i Bock, 1966). Można również znaleźć wiele badań empirycznych wskazujących na istotność takich czynników jak zachmurzenie (Shim, Kim, Kim i Ryu, 2015), prędkość wiatru (Shu i Hung, 2009), deszcz (Hirshleifer i Shumway, 2003) itp. Na przykład w słonecznych warunkach ludzie stają się bardziej hojni w dawaniu napiwków (Cunningham, 1979); (Rind, 1996), chętniej udzielają odpowiedzi na pytania ankietera (Cunningham, 1979) czy też mają większą skłonność do udzielania pieniędzy potrzebującym (Lockard, McDonald, Clifford i Martinez, 1976).

Na podstawie badań, w których stwierdzono związek między pogodą a nastrojem, naukowcy zajmujący się finansami zbadali, czy pozytywny lub negatywny nastrój wywołany przez pogodę przekłada się na złe przypisanie nastroju, które powoduje, że marginalni inwestorzy wyceniają akcje bardziej optymistycznie/wyżej, gdy są w dobrym nastroju wywołanym pogodą i pesymistycznie/niżej w negatywnym nastroju wywołanym pogodą. Poszerzenie tego obszaru badawczego doprowadziło do zbadania przewidywalnych zmian nastroju wokół fluktuacji biorytmów organizmu i fluktuacji nastroju wywołanych przez czynniki oparte na przekonaniach.

W badaniach pogodowych Saunders E.M. (1993) odkrywa związek między poziomem zachmurzenia w Nowym Jorku a zwrotami z akcji (DJIA od 1927 do 1989; NYSE/AMEX od 1962 do 1989). Stwierdza, że istotne są dwa poziomy zachmurzenia; gdy zachmurzenie wynosiło 100% (w tym czasie występuje 85% deszczu), zwroty były znacznie poniżej średniej, a gdy zachmurzenie wynosiło 0–20% (czasy nasłonecznienia), zwroty były znacznie powyżej średniej. Saunders E.M. pokazuje ponadto, że jego ustalenia są odporne na korekty w przypadku znanych anomalnych zwrotów w styczniu i w poniedziałki.

Kilka lat później Hirshleifer D. i Shumway T. (2003) powtarzają badanie Saundersa E.M. dotyczące zwrotów z indeksów 26 międzynarodowych giełd (w tym Irlandii) w latach 1982–1997. Oprócz testowania zmiennej dotyczącej zachmurzenia, analizują również zmienne dotyczące opadów i śniegu. Stwierdzają, że dwadzieścia pięć z 26 wskaźników jest ujemnie powiązanych, a 9 z nich (nie licząc Irlandii) znacząco, ze wzrostem zachmurzenia. Opady i śnieg nie są istotnie powiązane ze zwrotami akcji, gdy uwzględnimy dodatkowo nasłonecznienie. W przypadku Irlandii stwierdzają, że zachmurzenie i deszcz mają negatywny, ale nieznaczny wpływ na poziom zwrotów z indeksu irlandzkiego rynku Datastream.

Krivelyova A. i Robotti C. (2003) analizują z kolei wpływ wzrostu natężenia pola geomagnetycznego, które jest pozytywnie związane z występowaniem rozbłysków i plam słonecznych, na międzynarodowe zyski z kapitału. Powołując się na literaturę medyczną i psychologiczną, pokazują prawdopodobny związek między nastrojem a burzami geomagnetycznymi, a także między burzami geomagnetycznymi a zdrowiem. Korzystając ze zbioru danych dotyczących rynków w dziewięciu krajach, podkreślają znaczący negatywny związek między poziomem burz geomagnetycznych a zwrotami z kapitału.

W wielu pracach stwierdza się związek między biorytmami a nastrojem. Kamstra M.J. i in. (2003) wskazują, że sezonowe wahania biorytmów i nastroju spowodowane zmianami godzin nasłonecznienia w ciągu dnia (efekt znany jako *Seasonal Affective Disorder* lub SAD) są predykatorem sezonowej zmienności stóp zwrotu. Dochodzenie obejmuje dane z lat 1988 do 1999 i siedmiu krajów. W jego wyniku stwierdza się, że zwroty są negatywnie istotne w miarę zbliżania się przesilenia zimowego w sześciu z siedmiu krajów i pozytywnie istotne w sześciu z siedmiu krajów po zakończeniu przesilenia zimowego. To odkrycie jest odporne na uwzględnienie znanych anomalii, takich jak efekt stycznia, efekt straty podatkowej i efekt poniedziałku.

W innym badaniu biorytmu Kamstra M.J., Kramer L.A. i Levi M.D. (2000) badają 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. Ich zdaniem powoduje to przerwanie dobowego rytmu organizmu i, jak wykazują, niepokój (Coren,

1996). Autorzy wykorzystują dane dla rynków USA, Kanady, Niemiec i Wielkiej Brytanii za co okres 1973-1998, aby sprawdzić, czy średnie zwroty z dwóch weekendów zmiany czasu letniego znacznie różnią się od zwykłych zwrotów weekendowych. Wyniki potwierdzają, że zwroty w przypadku zmiany czasu letniego w weekendy są znacznie bardziej ujemne niż w przypadku regularnych weekendowych zwrotów (z wyjątkiem Niemiec, gdzie wyniki są bardziej negatywne, ale nie znacząco). Są odporne na korekty ze względu na heteroskedastyczność i autokorelację.

Jednak Pinegar J.M. (2002) argumentuje, że efekt DSTC jest istotny tylko w przypadku zmiany jesiennej, a nawet przy tym efektem są dwie główne wartości odstające. W szczególności zmiana z 1987 r. była czasowo bliska katastrofie z 1987 r., co skłoniło Pinegara do zasugerowania, że efektem może być artefakt danych. Kamstra M.J., Kramer L.A. i Levi M.D. (2002) obalają ten argument, opierając się na metodologicznych i międzynarodowych dowodach. Zatem znaczenie tego typu zmiany czasu pozostaje niepewne.

W innych badaniach argumentuje się, że istnieją czynniki oparte na przekonaniach, które wpływają na podejmowanie decyzji przez inwestorów. Jeden z obszarów badań dowodzi, że na ceny akcji ma wpływ cykl księżycowy (znany jako cykl Circatrigintan) (Dichev i Janes, 2001); (Yuan, Zheng i Zhu, 2006). Badania te wykazują, że zwroty są znacznie wyższe w dniach poprzedzających daty nowiu księżyca niż w dniach otaczających daty pełni księżyca. Wspomniani badacze twierdzą ponadto, że efekt, jeśli istnieje, może odzwierciedlać przekonania społeczne, w przeciwieństwie do postulowanych psychofizjologicznych podstaw efektów.

Wpływ pogody na nastrój i zachowanie człowieka jest szeroko omawiany w literaturze psychologicznej od dziesięcioleci. Wiemy już o tym chociażby studiując informacje z poprzedniego rozdziału. Jednak chociaż związek przyczynowy wydaje się być prosty, badania empiryczne dają mieszane wyniki, które albo wskazują na silną korelację między pogodą a zmianami psychologicznymi, albo twierdzą, że pogoda ma niewielki wpływ (Denissen, Butalid, Penke i van Aken, 2008); (Watson, 2000). Wśród empirycznych dowodów na wpływ pogody, których spora część została już wymieniona wcześniej, niektóre wskazują, że temperatura jest znaczącym elementem. W szczególności Rotton J. i Frey J. (1985) argumentują, że niepokoje rodzinne i napady na ludzi są pozytywnie skorelowane z temperaturami w ciągu dnia. Anderson C.A. (1989) pokazuje, że upał wzmacnia agresję, taką jak brutalne przestępstwa i znęcanie się nad współmałżonkami. Keller M.C. i in. (2005) stwierdzają, że przyjemna temperatura i ciśnienie atmosferyczne są związane z lepszym nastrojem i pamięcią, podczas gdy cieplejsza pogoda wiąże się z niższym nastrojem latem. Działalność handlowa, jak powszechnie uważa się, silnie koreluje z umiejętnościami, osobowościami i nastrojami handlowców; tymczasem wyniki można bezpośrednio i natychmiast przedstawić w postaci zwrotów z akcji. Stąd też giełda daje badaczom dobrą okazję do analizowania powyższej przyczynowości.

Istnieją również dowody wskazujące na brak lub łagodny wpływ pogody na zyski ze stóp zwrotu. Na przykład Theissen E. (2007) stwierdza, że niemieccy inwestorzy prywatni dokonują prognoz niezależnie od różnic temperatur. Jacobsen B. i Marquering W. (2008) dowodzą, że sezonowej zmienności zwrotów z akcji nie można wyjaśnić zmianami nastrojów inwestorów spowodowanymi zachmurzeniem lub wahaniami temperatury. Przy kontrolowaniu anomalii kalendarza, takich jak efekt od maja do października i efekt poniedziałku, wpływ temperatury na zwroty z akcji jest nieznaczący. Keef S.P. i Roush M.L.

(2007) dla przykładu w ramach przeprowadzonych badań analizują, czy na dzienne stopy zwrotu dwóch australijskich indeksów giełdowych, a mianowicie S&P/ASX 20 i S&P/ASX 300, mają wpływ temperatura, zachmurzenie i prędkość wiatru. Badanie pokazuje, że temperatura ma negatywny wpływ na zyski z kapitału, ale na stopy zwrotu z kapitału nie ma wpływu prędkość wiatru i zachmurzenie.

Floros C. (2008) na podstawie pięciu europejskich rynków akcji (Austria, Belgia, Francja, Grecja i Wielka Brytania) określa, czy zwroty rynkowe są związane z temperaturą, wykorzystując metodę GARCH na podstawie danych dziennych. W wyniku badania ujawnia, że istnieje negatywny związek między temperaturą a zwrotami z rynku akcji w przypadku Austrii, Belgii i Francji. Wyniki dla Grecji i Wielkiej Brytanii nie są w tym wypadku znaczące. Shu H.C. i Hung M.W. (2009) w ramach analiz weryfikują z kolei, czy istnieje związek między dziennymi zwrotami z rynku akcji w osiemnastu przykładowych krajach europejskich (Czechy, Belgia, Finlandia, Francja, Węgry, Grecja, Irlandia, Luksemburg, Włochy, Norwegia, Portugalia, Polska, Rosja, Szwecja, Hiszpania, Szwajcaria, Wielka Brytania i Turcja) oraz czynnikami pogodowymi w modelu GARCH. Stwierdzają, że istnieje negatywny wpływ temperatury na stopy zwrotu. Co więcej, badania wykazują, że wiatr ma większy wpływ na nastrój niż słońce.

Shim H. i in. (2015) poddają analizie kwestię wpływu pogody na zmienność koreańskich opcji KOSPI200, wykorzystując GJR-GARCH. Dochodzą do wniosku, że zmienność ma tendencję do wzrostu w bezwietrzne dni. Co więcej, podkreślają, że gdy warunki pogodowe są wyjątkowo wysokie, inwestorzy reagują na nie stosunkowo asymetrycznie niż w skrajnie złych warunkach pogodowych.

Sariannidis N. z zespołem (2016) bada natomiast, czy czynniki pogodowe mogą wyjaśnić reakcje zwrotu akcji w indeksie Dow Jones Sustainability Europe przy użyciu szeregu zmiennych makroekonomicznych jako zmiennych kontrolnych, wykorzystując model GJR-GARCH (1,1). Wyniki badania wykazują w tym wypadku, że wilgotność i wiatr pozytywnie wpływają na giełdę. Co więcej, wyniki empiryczne potwierdzają, że ceny ropy i złota również pozytywnie wpływają na rynek. Ponadto zmienność kursu dolara do jena i wartość dziesięcioletnich obligacji mają istotny negatywny wpływ na stopy zwrotu z akcji, o tym jednak pisano już nieco wcześniej.

W literaturze dokumentuje się również badania Sheikh'a M.F. i in. (2017). Ten zespół analizuje w swoich rozważaniach wpływ sześciu zmiennych pośrednich nastroju pogodowego (temperatura, wilgotność, zachmurzenie, ciśnienie powietrza, widoczność i prędkość wiatru), trzech wskaźników pogody (mgła, burza z piorunami i deszcz lub mżawka) oraz dwóch zmiennych biorytmicznych w sprawie zmienności stóp zwrotu na sześciu rynkach Azji Południowej w czterech krajach, a mianowicie w Sri Lance, Indiach, Pakistanie i Bangladeszu. Wyniki badania sugerują, że zmienne proxy-nastroju 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 wymieniwać. Szereg z nich dokumentuje mimo wszystko silny związek między wzorcami pogodowymi a zwrotami 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 badaniu. W efekcie pogodowym widoczne są bowiem wyraźne cykliczne wzorce. Jednym z możliwych wyjaśnień ich występowania jest pojawienie się nieracjonalnych

inwestorów na giełdzie w pewnych okresach - na przykład w okresach, w których popularne jest inwestowanie na giełdzie. Podczas gdy mniej profesjonalni i prawdopodobnie mniej racjonalni inwestorzy wchodzi na rynek, błędy w wycenie kapitału będą występować częściej (Akhtari, 2011).

Zbadanie wpływu wzorców pogodowych na rzeczywiste postrzeganie inwestorów jest ważne chociażby w celu ustalenia wiarygodności efektu pogodowego na podstawie istniejących dowodów. 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 tzw. czynników sprawczych, w tym przypadku, jak 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 otrzymujemy przewidywania co do przyszłych stanów pogodowych.

Zatem mówiąc o pogodzie mamy na myśli 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.

Kiedy mówimy o pogodzie, mamy na myśli ‘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.

Te różnice temperatur wpływają z kolei na ciśnienie atmosferyczne (lub powietrze) wokół nas. 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 opisanego ciągłego ruchu wody nad i pod powierzchnią Ziemi, który obejmuje (między innymi) parowanie, opady i tzw. kondensację¹².

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. 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).

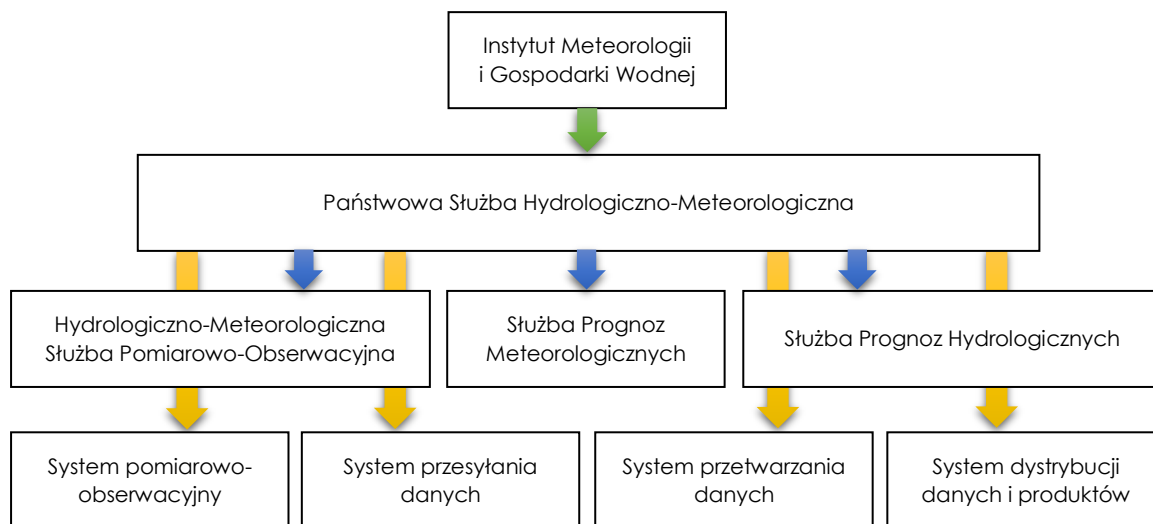


Rysunek 4. 1. Sieć stacji synoptycznych w Polsce (I i II rzędu).

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

¹² 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.

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.

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).

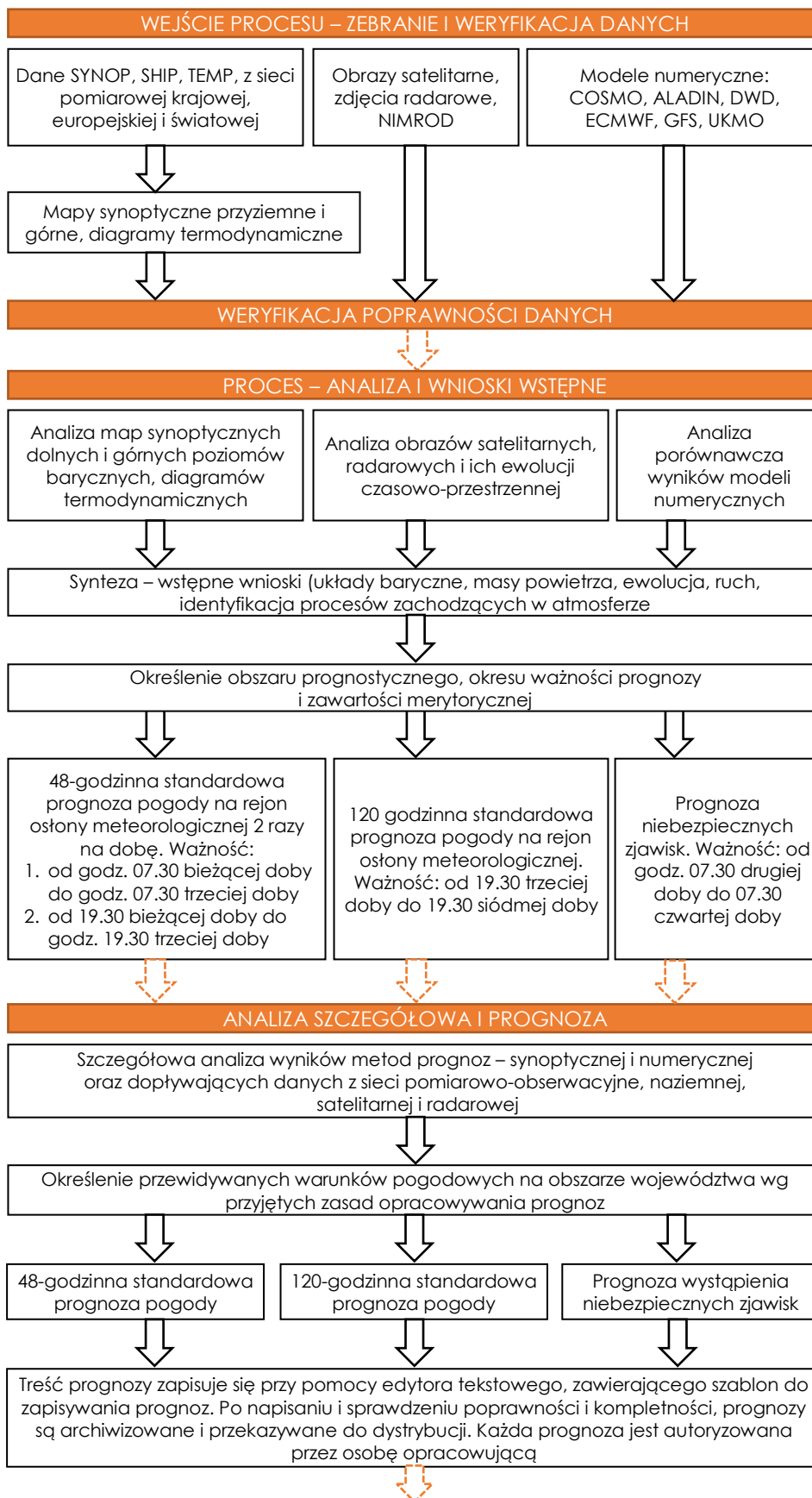
Zasadniczym podziałem w prognozach pogodowych jest ich zróżnicowanie ze względu na metodę wykorzystywaną przy ich szacowaniu. Metoda numeryczna w prognozowaniu pogody odnosi się do metod statystycznych oraz podstawowych zasad fizyki, a przewidywania, które uzyskuje się w wyniku jej stosowania, otrzymywane 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.

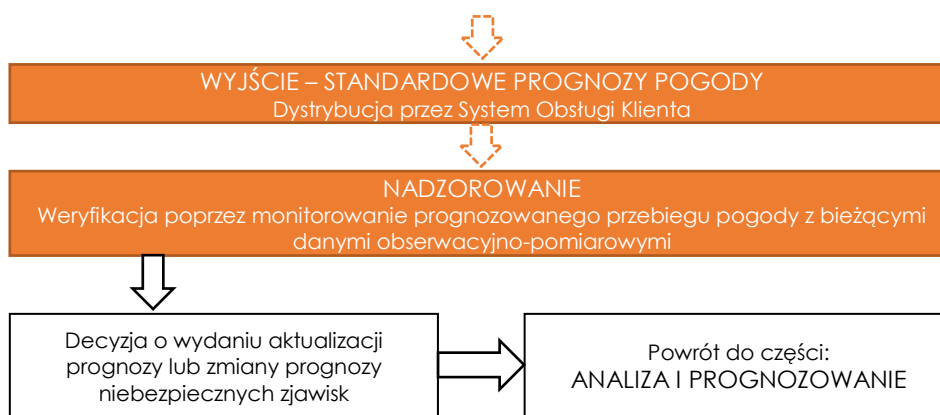
Jak łatwo zauważyć konkretnych podziałów i klasyfikacji w tym zakresie jest wiele. Ich dogłębna analiza nie stanowi jednak istoty niniejszych rozważań. Bardziej przydatna wydaje się kwestia samych danych meteorologicznych i źródeł tych prognoz.

Rozpatrując kwestię danych meteorologicznych, trzeba podkreślić wyraźny podział w tym zakresie. Pomiarów 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 dziennych¹³

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Odczylenie standardowe	Skośność	Kurtjoza
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
Łębork	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
Gorzów 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
Terespol	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
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

¹³ Kolejność stacji pogodowych w analizowanych tabelach wynika z numeracji tychże stacji w systemie IMGW.

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.

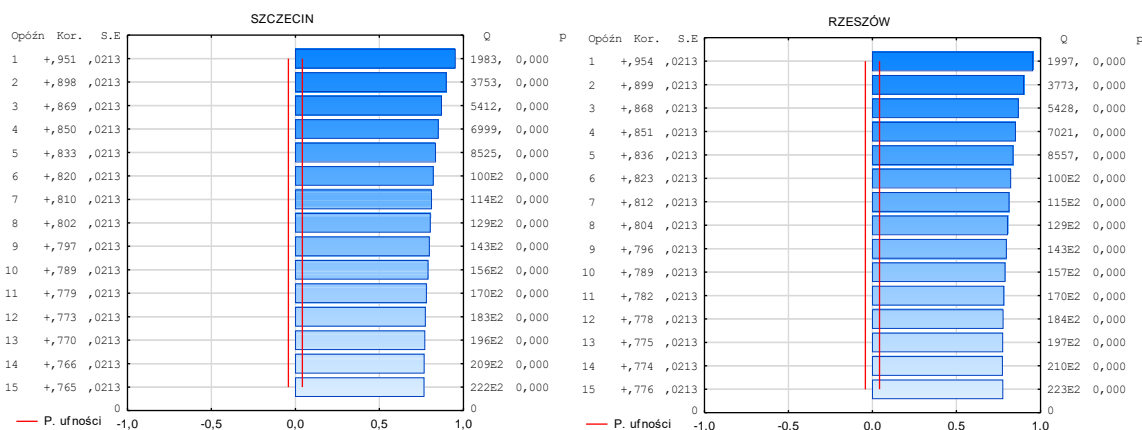
Tabela 4.2. Testy normalności rozkładów temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	Doornika-Hansena	p-value	Shapiro-Wilka	p-value	Lillieforsa	p-value	Jarque'a-Bera	p-value
Kołobrzeg	62,6326	2,509×10 ⁻¹⁴	0,9817	3,488×10 ⁻¹⁶	0,0684	≈0,000	47,194	5,649×10 ⁻¹¹
Koszalin	52,3592	4,268×10 ⁻¹²	0,9859	7,103×10 ⁻¹⁴	0,0568	≈0,000	41,102	1,188×10 ⁻⁰⁹
Ustka	57,3693	3,487×10 ⁻¹³	0,9829	1,411×10 ⁻¹⁵	0,0624	≈0,000	44,191	2,535×10 ⁻¹⁰
Łeba	66,1595	4,302×10 ⁻¹⁵	0,9814	2,499×10 ⁻¹⁶	0,0687	≈0,000	49,989	1,397×10 ⁻¹¹
Łębork	61,8722	3,669×10 ⁻¹⁴	0,9834	2,696×10 ⁻¹⁵	0,0597	≈0,000	47,350	5,225×10 ⁻¹¹
Hel	113,6880	2,056×10 ⁻²⁵	0,9719	2,608×10 ⁻²⁰	0,0746	≈0,000	77,967	1,174×10 ⁻¹⁷
Gdańsk	67,8287	1,867×10 ⁻¹⁵	0,9794	2,808×10 ⁻¹⁷	0,0688	≈0,000	50,046	1,357×10 ⁻¹¹
Elbląg	56,0220	6,839×10 ⁻¹³	0,9826	9,712×10 ⁻¹⁶	0,0578	≈0,000	42,833	4,998×10 ⁻¹⁰
Kętrzyn	60,3261	7,950×10 ⁻¹⁴	0,9811	1,925×10 ⁻¹⁶	0,0634	≈0,000	44,306	2,393×10 ⁻¹⁰
Suwałki	60,4946	7,308×10 ⁻¹⁴	0,9799	5,010×10 ⁻¹⁷	0,0620	≈0,000	43,542	3,506×10 ⁻¹⁰
Świnoujście	78,3999	9,455×10 ⁻¹⁸	0,9812	1,961×10 ⁻¹⁶	0,0573	≈0,000	57,656	3,021×10 ⁻¹³
Szczecin	69,2174	9,324×10 ⁻¹⁶	0,9843	8,491×10 ⁻¹⁵	0,0565	≈0,000	51,989	5,138×10 ⁻¹²
Piła	65,1077	7,278×10 ⁻¹⁵	0,9839	5,282×10 ⁻¹⁵	0,0552	≈0,000	49,443	1,835×10 ⁻¹¹
Chojnice	62,1242	3,235×10 ⁻¹⁴	0,9830	1,659×10 ⁻¹⁵	0,0575	≈0,000	47,113	5,883×10 ⁻¹¹
Toruń	66,2353	4,142×10 ⁻¹⁵	0,9836	3,319×10 ⁻¹⁵	0,0571	≈0,000	50,104	1,319×10 ⁻¹¹
Mława	67,9546	1,753×10 ⁻¹⁵	0,9815	2,735×10 ⁻¹⁶	0,0596	≈0,000	50,356	1,162×10 ⁻¹¹
Olsztyn	62,6214	2,523×10 ⁻¹⁴	0,9817	3,312×10 ⁻¹⁶	0,0621	≈0,000	46,411	8,355×10 ⁻¹¹
Mikotajki	69,1598	9,597×10 ⁻¹⁶	0,9789	1,839×10 ⁻¹⁷	0,0636	≈0,000	49,266	2,005×10 ⁻¹¹
Białystok	72,5433	1,768×10 ⁻¹⁶	0,9792	2,302×10 ⁻¹⁷	0,0678	≈0,000	50,024	1,372×10 ⁻¹¹
Gorzów Wielkopolski	84,1116	5,437×10 ⁻¹⁹	0,9823	7,024×10 ⁻¹⁶	0,0556	≈0,000	61,127	5,325×10 ⁻¹⁴
Stubice	79,8159	4,658×10 ⁻¹⁸	0,9844	9,937×10 ⁻¹⁵	0,0510	≈0,000	58,388	2,095×10 ⁻¹³
Poznań	75,3383	4,370×10 ⁻¹⁷	0,9838	4,169×10 ⁻¹⁵	0,0537	≈0,000	55,860	7,416×10 ⁻¹³
Koło	81,1904	2,343×10 ⁻¹⁸	0,9812	2,140×10 ⁻¹⁶	0,0553	≈0,000	59,392	1,268×10 ⁻¹³
Płock	76,3999	2,570×10 ⁻¹⁷	0,9817	3,771×10 ⁻¹⁶	0,0576	≈0,000	55,846	7,469×10 ⁻¹³
Warszawa	77,4071	1,553×10 ⁻¹⁷	0,9806	1,042×10 ⁻¹⁶	0,0611	≈0,000	56,008	6,885×10 ⁻¹³
Siedlce	66,8158	3,098×10 ⁻¹⁵	0,9814	2,535×10 ⁻¹⁶	0,0603	≈0,000	47,049	6,071×10 ⁻¹¹

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

Źródło: opracowanie własne.

Efekt autokorelacji danych zdaje się być widoczny po analizie poniższego rysunku (Rysunek 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 gaśnie ono wykładniczo.



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

Źródło: opracowanie własne.

Charakter zjawiska jest nieco odmienny w przypadku analogicznej analizy dla średnich miesięcznych wartości temperaturowych. Wówczas dodatkowo rysuje się wyraźna sezonowość danych związana również z ciepłymi i zimnymi okresami.

Odnosząc się z kolei do analizy wariancji, trzeba jasno podkreślić zmieniające się stale wartości tego parametru rozkładu. Stosując analizę ilościową w tym zakresie, należy odrzucić hipotezę o jej stałości.

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	Kurtozja
Kotłobrzeg	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
Stubice	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
Terespól	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

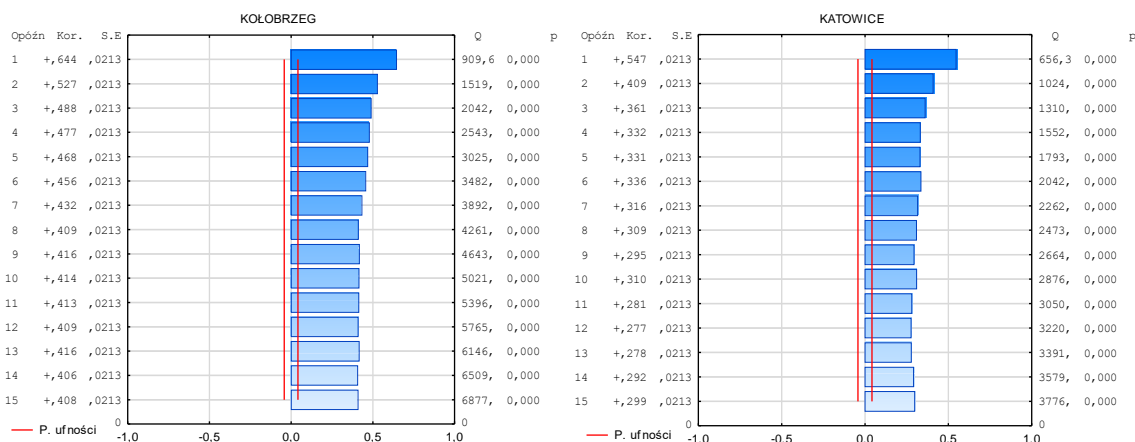
	Doornika-Hansena	p-value	Shapiro-Wilka	p-value	Lillieforsa	p-value	Jarque'a-Bera	p-value
Kołobrzeg	204,371	4,181×10 ⁻⁴⁵	0,9510	5,656×10 ⁻²⁴	0,0759	≈=0,000	107,306	4,996×10 ⁻²⁴
Koszalin	208,984	4,165×10 ⁻⁴⁶	0,9505	5,902×10 ⁻²⁴	0,0768	≈=0,000	101,819	7,769×10 ⁻²³
Ustka	207,736	7,775×10 ⁻⁴⁶	0,9491	1,992×10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

Zielona Góra	183,935	1,145×10 ⁻⁴⁰	0,9533	6,417×10 ⁻²⁴	0,0798	≈0,000	104,337	2,205×10 ⁻²³
Legnica	174,265	1,442×10 ⁻³⁸	0,9576	1,179×10 ⁻²²	0,0693	≈0,000	98,408	4,274×10 ⁻²²
Leszno	149,889	2,831×10 ⁻³³	0,9599	9,891×10 ⁻²²	0,0706	≈0,000	87,303	1,103×10 ⁻¹⁹
Wrocław	177,335	3,107×10 ⁻³⁹	0,9561	2,940×10 ⁻²³	0,0689	≈0,000	103,980	2,636×10 ⁻²³
Kalisz	206,962	1,145×10 ⁻⁴⁵	0,9508	9,179×10 ⁻²⁴	0,0782	≈0,000	101,090	1,118×10 ⁻²²
Wieluń	169,830	1,324×10 ⁻³⁷	0,9566	8,404×10 ⁻²²	0,0717	≈0,000	88,112	7,357×10 ⁻²⁰
Łódź	198,853	6,602×10 ⁻⁴⁴	0,9503	4,683×10 ⁻²⁴	0,0805	≈0,000	105,627	1,157×10 ⁻²³
Sulejów	172,956	2,774×10 ⁻³⁸	0,9541	4,911×10 ⁻²³	0,0700	≈0,000	100,430	1,555×10 ⁻²²
Kozienice	176,166	5,572×10 ⁻³⁹	0,9564	1,051×10 ⁻²²	0,0664	≈0,000	101,835	7,707×10 ⁻²³
Lublin	156,803	8,926×10 ⁻³⁵	0,9530	1,375×10 ⁻²¹	0,0702	≈0,000	90,569	2,153×10 ⁻²⁰
Włodawa	184,471	8,762×10 ⁻⁴¹	0,9519	4,086×10 ⁻²³	0,0767	≈0,000	104,143	2,429×10 ⁻²³
Jelenia Góra	169,023	1,981×10 ⁻³⁷	0,9605	2,347×10 ⁻²²	0,0652	≈0,000	99,961	1,966×10 ⁻²²
Śnieżka	183,573	1,372×10 ⁻⁴⁰	0,9550	4,316×10 ⁻²²	0,0786	≈0,000	86,804	1,415×10 ⁻¹⁹
Kłodzko	220,935	1,058×10 ⁻⁴⁸	0,9475	6,219×10 ⁻²⁵	0,0752	≈0,000	113,024	2,864×10 ⁻²⁵
Opole	181,093	4,744×10 ⁻⁴⁰	0,9549	2,508×10 ⁻²³	0,0803	≈0,000	104,353	2,188×10 ⁻²³
Racibórz	167,520	4,202×10 ⁻³⁷	0,9579	3,513×10 ⁻²²	0,0652	≈0,000	98,279	4,559×10 ⁻²²
Częstochowa	160,885	1,159×10 ⁻³⁵	0,9571	4,727×10 ⁻²²	0,0747	≈0,000	95,215	2,110×10 ⁻²¹
Katowice	201,330	1,913×10 ⁻⁴⁴	0,9501	4,433×10 ⁻²⁴	0,0786	≈0,000	108,611	2,603×10 ⁻²⁴
Kraków*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kielce	175,148	9,271×10 ⁻³⁹	0,9561	8,219×10 ⁻²³	0,0658	≈0,000	99,982	1,946×10 ⁻²²
Tarnów	154,670	2,593×10 ⁻³⁴	0,9579	4,235×10 ⁻²²	0,0685	≈0,000	93,503	4,966×10 ⁻²¹
Rzeszów	42,896	4,843×10 ⁻¹⁰	0,9465	8,169×10 ⁻¹¹	0,0924	≈0,000	24,293	5,306×10 ⁻⁰⁶
Sandomierz	168,438	2,656×10 ⁻³⁷	0,9556	1,964×10 ⁻²²	0,0668	≈0,000	99,013	3,159×10 ⁻²²
Zamość*	-	-	-	-	-	-	-	-
Bielsko-Biała	176,687	4,294×10 ⁻³⁹	0,9545	1,393×10 ⁻²²	0,0717	≈0,000	98,635	3,816×10 ⁻²²
Zakopane	138,916	6,834×10 ⁻³¹	0,9629	4,407×10 ⁻²¹	0,0679	≈0,000	80,321	3,618×10 ⁻¹⁸
Kasprowy Wierch	228,350	2,597×10 ⁻⁵⁰	0,9461	1,454×10 ⁻²⁴	0,0901	≈0,000	98,415	4,261×10 ⁻²²
Nowy Sącz	137,534	1,364×10 ⁻³⁰	0,9649	1,345×10 ⁻²⁰	0,0675	≈0,000	85,017	3,458×10 ⁻¹⁹
Krosno	172,128	4,197×10 ⁻³⁸	0,9526	5,804×10 ⁻²³	0,0699	≈0,000	100,003	1,926×10 ⁻²²
Lesko	169,797	1,346×10 ⁻³⁷	0,9534	2,266×10 ⁻²³	0,0762	≈0,000	99,046	3,107×10 ⁻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.

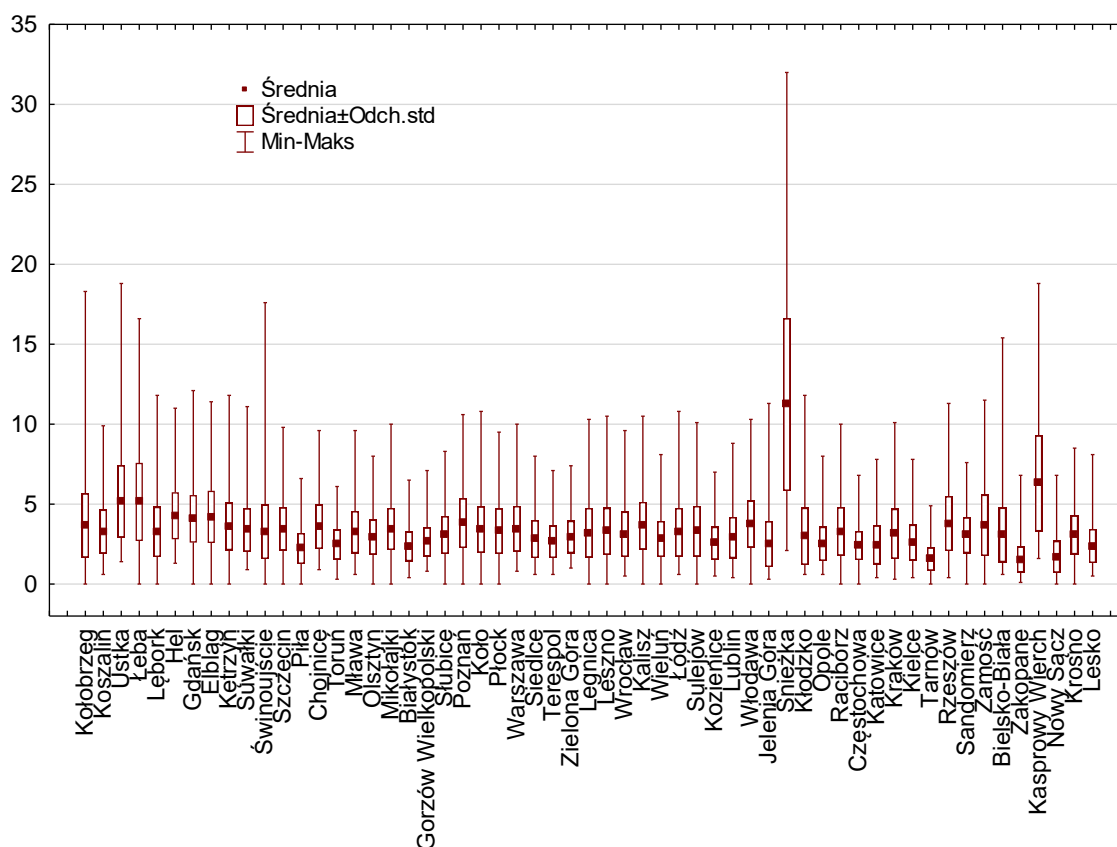


Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla dobowych wartości usłonecznienia dla miasta Kołobrzeg i Katowice w latach 2015-2020.

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.

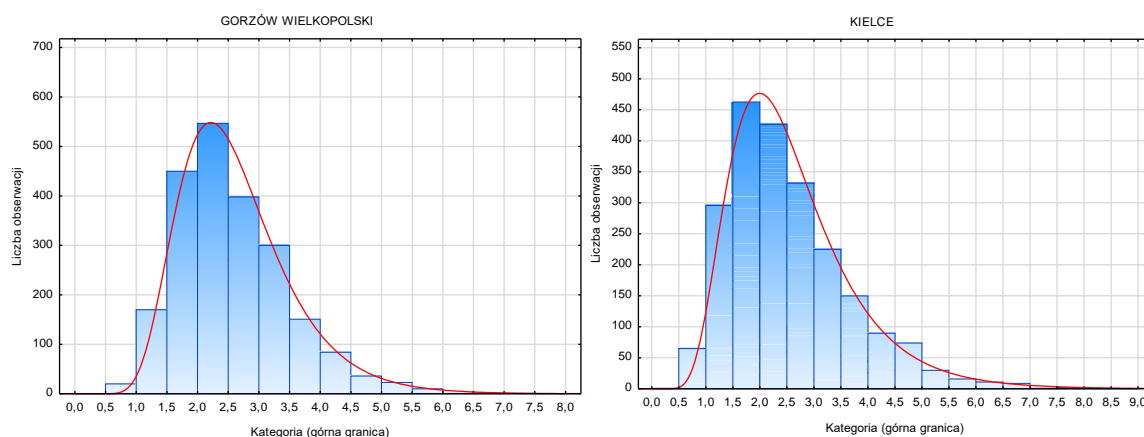


Rysunek 4.6. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych prędkości wiatru [m/s] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020.

Źródło: opracowanie własne.

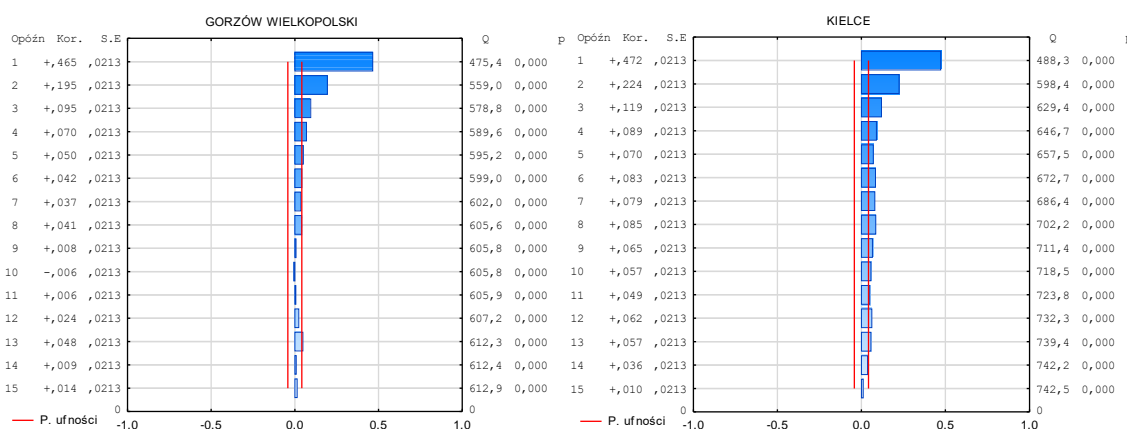
Po przeprowadzonym badaniu statystycznym polegającym na dopasowaniu empirycznych rozkładów analizowanego czynnika do rozkładów log-normalnego, Gamma czy Weibulla literaturowe spostrzeżenia dają się potwierdzać (Rysunek 4.7). Wartości statystyk dla testu Cramera von Misesa oraz Andersona-Darlinga zdają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

Ciśnienie 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	Modalna	Minimum	Maksimum	Odczylenie standardowe	Skośność	Kurtozja
Kotobrzeg	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
Łębork	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
Stubice	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
Koło	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 odnośnie 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

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

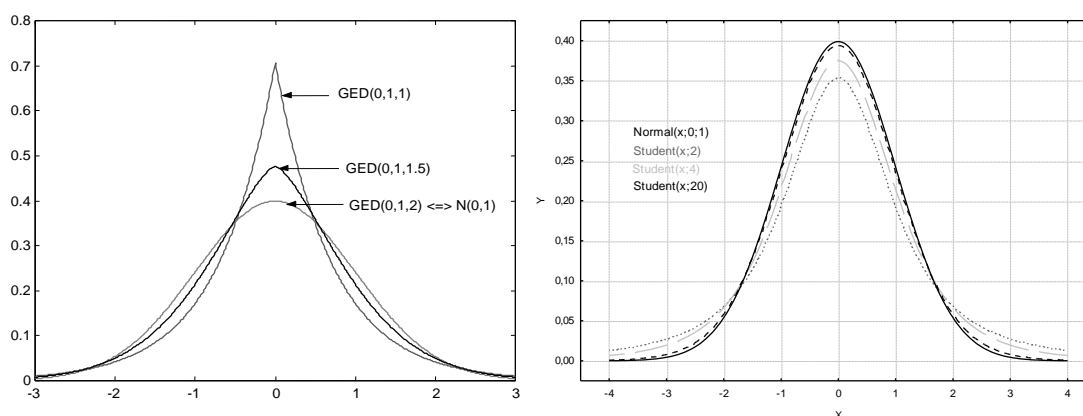
Wieluń	24,343	$5,175 \times 10^{-06}$	0,9959	$1,298 \times 10^{-05}$	0,0272	$\sim=0,000$	30,109	$2,896 \times 10^{-07}$
Łódź	23,718	$7,075 \times 10^{-06}$	0,9961	$1,452 \times 10^{-05}$	0,0299	$\sim=0,000$	29,340	$4,255 \times 10^{-07}$
Sulejów	22,998	$1,014 \times 10^{-05}$	0,9963	$3,867 \times 10^{-05}$	0,0279	$\sim=0,000$	27,042	$1,342 \times 10^{-06}$
Kozienice	23,209	$9,123 \times 10^{-06}$	0,9964	$4,617 \times 10^{-05}$	0,0244	$\sim=0,000$	25,917	$2,356 \times 10^{-06}$
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 GED¹⁴ 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 $N(0,1)$ ¹⁵ (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.



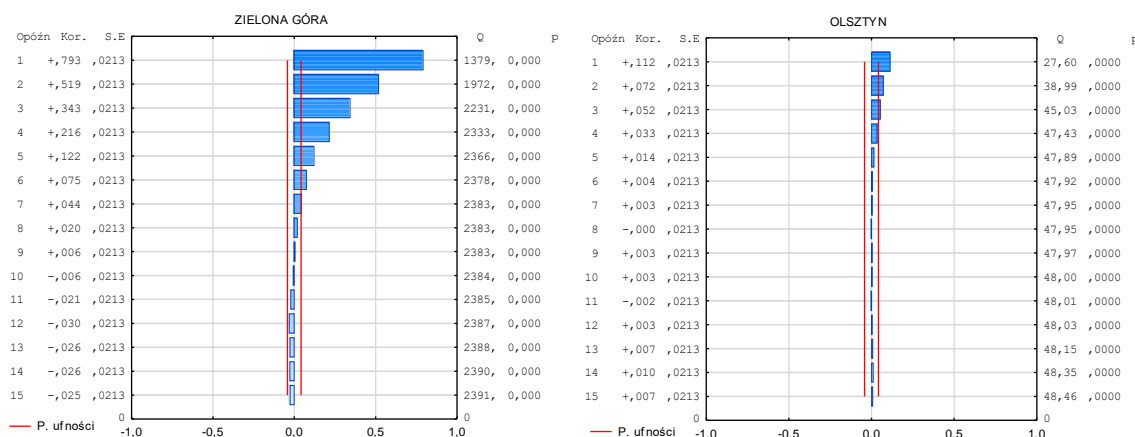
Rysunek 4.9. Wykres funkcji gęstości rozkładu GED oraz *t*-Studenta w relacji do rozkładu normalnego.

Źródło: opracowanie własne.

¹⁴ Uogólniony rozkład błędów (*General Error Distribution*, GED).

¹⁵ Rozkład GED opisuje zazwyczaj lepiej własności rozkładów standaryzowanych reszt modelu wokół modalnej, natomiast rozkład *t*-Studenta opisuje lepiej ogony rozkładów reszt.

Efekt autokorelacji zobrazowany na poniższym przykładzie (Rysunek 4.10) wskazuje na szybkie gaśnięcie efektu w czasie bez względu na wstępny charakter zjawiska. 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	Modalna	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Skośność	Kurtjoza
Kotłobrzeg	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
Garzów Wielkopolski	75,1870	77,10	Wielokr.	34,60	100,00	14,7779	-0,3346	-0,8494
Stubice	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
Koło	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

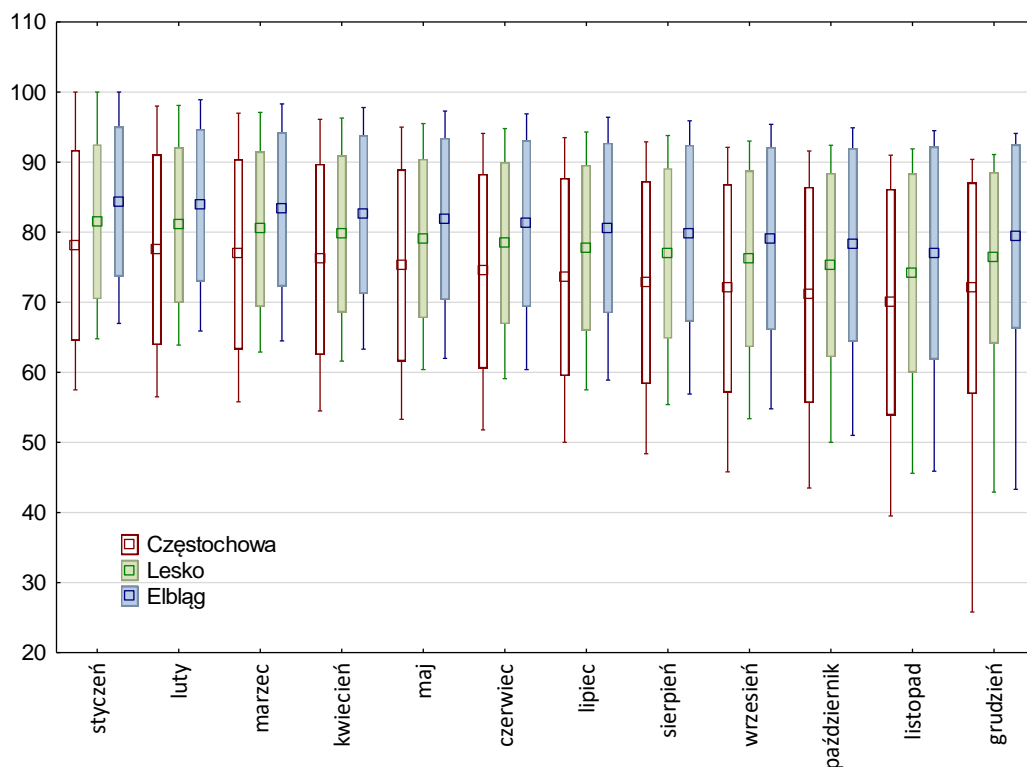
Źródło: opracowanie własne.

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.

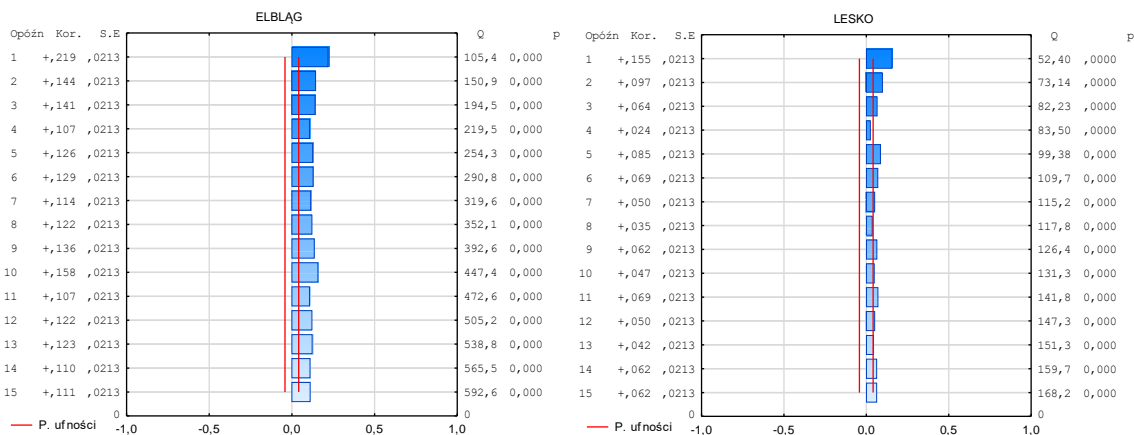
Odnosząc z kolei rozważania do zjawiska autokorelacji (Rysunek 4.12) trzeba podkreślić słabą zależność korelacyjną w tym wypadku. Charakter analizowanej zmiennej znacznie odbiega od dotychczas rozpatrywanych.

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



Rysunek 4.11. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) 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.

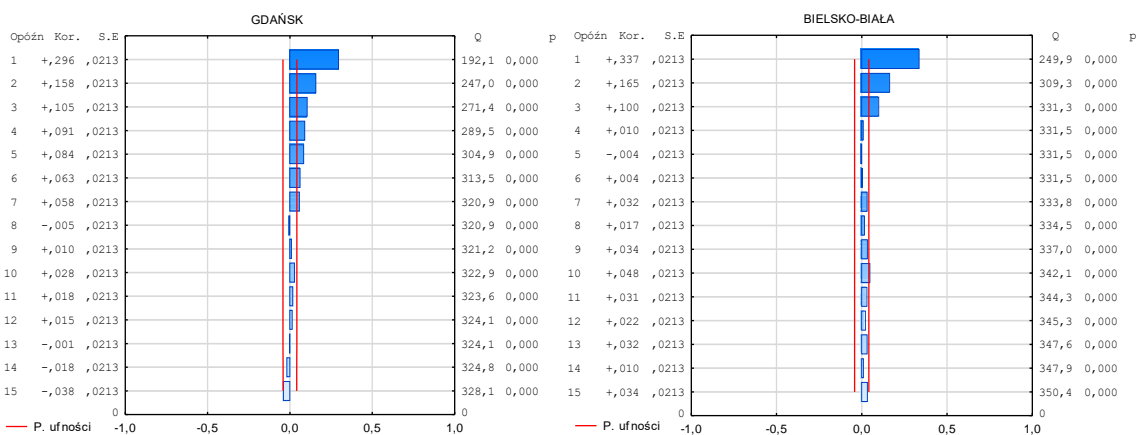
Tabela 4.8. Wartości wybranych parametrów rozkładu średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych

	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
Gorzów 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 Gdansk oraz Bielsko-Biala 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.

4.4. Proces zarządzania pogodowego w ujęciu miar klasycznych

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 ‘stacynną’ 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*. 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 4.9). 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.

Tabela 4.9. Koncepcje modelowania wartości zagrożonej – zalety i wady.

	Zalety	Wady
<p>Podejście nieparametryczne (symulacja historyczna - HS) Minimalne założenia dotyczące rozkładu błędów, brak dokładnej formy specyfikacji dynamicznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nie przyjmuje mocnych założeń co do rozkładu portfela zwrotów, może uwzględnić szerokie ogony, skośność i wszelkie inne nienormalne cechy. • Bardzo łatwe do wdrożenia. • Może obsługiwać niestandardowe funkcje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyniki są całkowicie zależne od zbioru danych. • Czasami odwzorowanie ważnych wydarzeń jest powolne. • Pozwala oszacować VaR tylko w dyskretnych przedziałach ufności określonych przez rozmiar zbioru danych. • Nie reaguje wystarczająco szybko na ostatnią sytuację rynkową.
<p>Podejście parametryczne Wykorzystuje założenie, że procentowe zmiany analizowanych instrumentów cechują się pewnym rozkładem prawdopodobieństwa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Łatwość implementacji, gdy zakłada się rozkład normalny lub t-Studenta. • Duży wachlarz możliwości estymacji. • Większa skuteczność w porównaniu do innych podejść. • Wysoka elastyczność i agresywniejsza reakcja na zmiany w szeregu czasowym. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ignoruje leptokurtyczność i skośność, gdy zakłada się rozkład normalny. • Trudności we wdrożeniu przy założeniu skośnej dystrybucji. • Wymaga często znajomości zawnansowanego aparatu matematycznego i specjalistycznego oprogramowania.
<p>Podejście semiparametryczne Wymaga pewnych założeń dotyczących rozkładu błędów, skrajności lub dynamiki modelu</p>	<p>Filtrowana symulacja historyczna (FHS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podejście to zachowuje nieparametryczną przewagę (HS) i jednocześnie rozwiązuje niektóre nieodłączne jej problemy, tj. FHS bierze pod uwagę tło zmienności. • Uchwycenie wysmukłości rozkładu i zmian zmienności (warunkowy EVT). <p>EVT (teoria wartości ekstremalnych)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brak założeń dotyczących podziału zwrotu z aktywów. • Uwzględnia nieliniowe cechy zwrotów finansowych. <p>CaViaR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duża liczba wygenerowanych scenariuszy zapewnia bardziej wiarygodną i wszechstronną miarę ryzyka niż metoda analityczna. • Uwzględnia wypukłość instrumentów nieliniowych oraz zmiany zmienności i czasu. <p>Symulacja Monte Carlo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wyniki w niewielkim stopniu są zależne od zbioru danych. • Zależy od założenia o ekstremalnym rozkładzie zwrotów. • Zależne od ekstremalnego zbioru danych. • Trudności we wdrażaniu. • Opiera się na określonym procesie stochastycznym lub danych historycznych wybranych do generowania szacunków ostatecznej wartości portfela, a tym samym VaR. • Pociąga to za sobą znaczne koszty obliczeniowe.

Źródło: opracowanie własne.

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 α wymuszają odwrotną tendencję co do ilości informacji uwzględnianych przy estymacji wartości narażonej na ryzyko.

Analizując informacje zawarte w Tabeli 4.9 należy wyraźnie zróżnicować 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*TM. 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 λ :

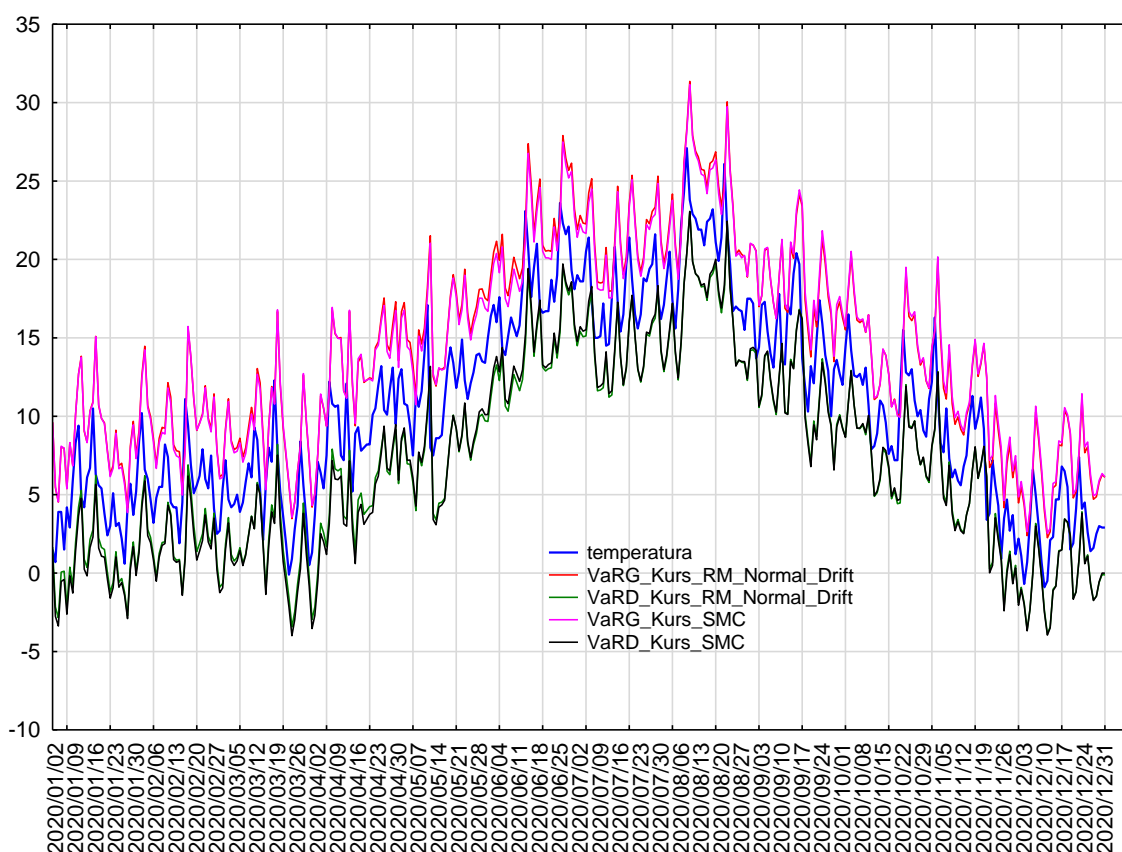
$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_t^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2. \quad (4.1)$$

W przypadku wyższych wartości λ 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 α 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, a na bardziej ‘egzotycznych’ skończywszy, na przykład modelowanie z wykorzystaniem koncepcji GED. Pewne różnice w samych rozkładach zostały już zobrazowane na Rysunek 4.9. Ocenę wpływu sposobu modelowania zakłóceń losowych na szacunki *VaR* najlepiej przeprowadzić w obrębie tego samego modelu. Wówczas różnice dają się zauważyć.

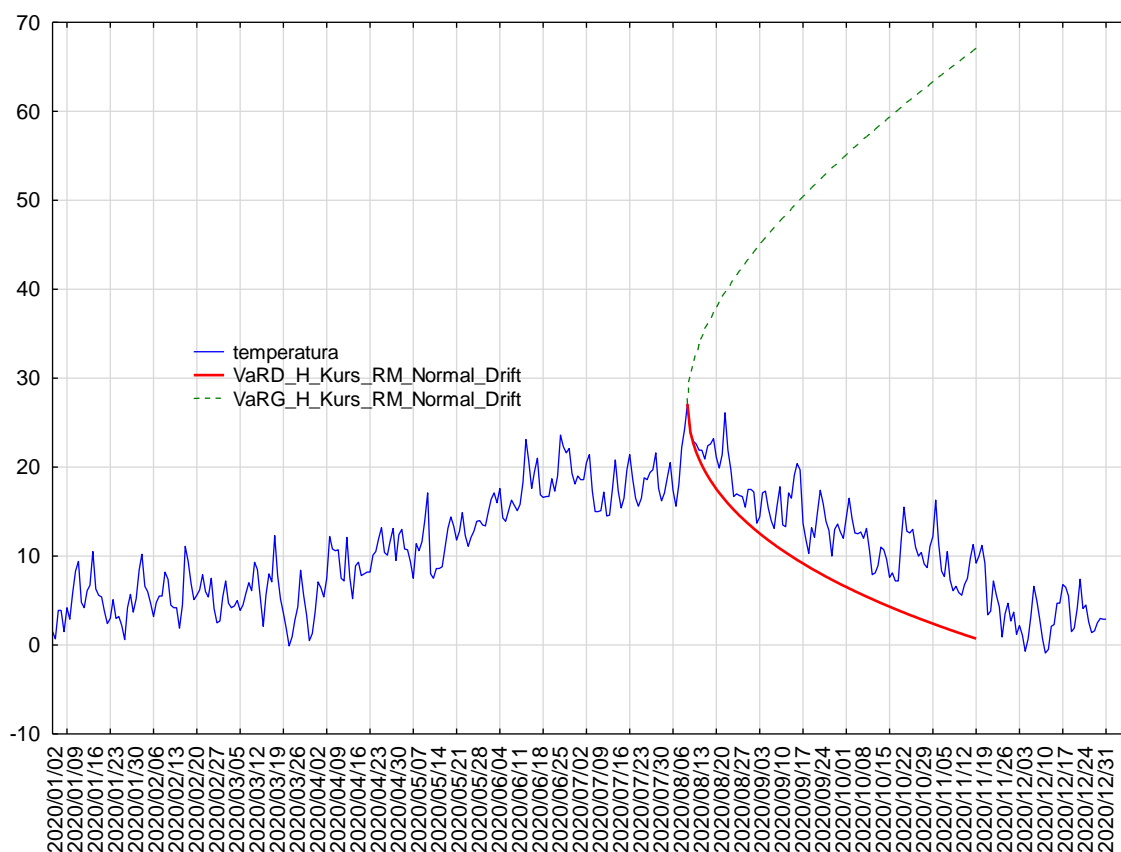


Rysunek 4.14. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla temperatury Szczecina uzyskane za pomocą modelu RiskMetrics Normal Drift oraz symulacji Monte Carlo w roku 2020. Źródło: opracowanie własne.

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):

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

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



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

Źródło: opracowanie własne.

Wzmocnieniem skuteczności szacunków wartości zagrożonej może być wdrożenie metod *resamplingowych*¹⁶, 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*. Wdrożenie, 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.

¹⁶ *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.

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 cywilizacje, 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 ...’ (Krzeszowiak 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 scharakteryzowane we wcześniejszych podrozdziałach. Wydaje się, że osoby, które są w dobrym humorze, dokonują bardziej optymistycznych wyborów. Bardzo silnym efektem w tym zakresie jest to, że osoby w dobrym nastroju mają wiele rodzajów pozytywnych ocen, takich jak zadowolenie z życia, z przeszłych wydarzeń, z ludzi czy chociażby produktów konsumenckich (Wright i Bower, 1992), (Bagozzi, Mahesh i Prashnath, 1999). Istnieje zgodny z nastrojem efekt, w którym ludzie, którzy są w złym bądź dobrym nastroju, mają tendencję do stwierdzania, że negatywny (pozytywny) materiał jest bardziej dostępny lub wyraźniejszy (Isen A. , Shalcker, Clark i Karp, 1978), (Forgas i Bower, 1987). Nastrój najsilniej wpływa na względnie abstrakcyjne sądy, na temat których ludziom brakuje konkretnych informacji (Clore, Schwarz i Conway, 1994), (Forgas, 1995).

Badania wykazują również, że osoby, które są w dobrym 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 związane z dobrym nastrojem, czy też bardziej efektywne wykorzystanie środków upraszczających złożone dane.

Kilka dotychczasowych badań wykazało, że zły nastrój zazwyczaj stymuluje ludzi do podejmowania szczegółowych działań analitycznych, podczas gdy dobry nastrój wiąże się z mniej krytycznymi sposobami przetwarzania informacji (Schwarz, 1990), (Petty,

Gleicher i Baker, 1991) (Sinclair i Mark, 1995). Jak podaje chociażby Bless H. z zespołem (1996) dobre nastroje powodują większe poleganie na informacjach o kategorii, a tym samym bardziej uproszczone stereotypy. Dostarczają oni dowodów, że dobre nastroje powodują, że ludzie w większym stopniu polegają na 'istniejących wcześniej strukturach wiedzy', ale niekoniecznie powodują ogólny spadek motywacji lub zdolności do skutecznego myślenia. Dobre nastroje mają też swoje pozytywne strony. Osoby w dobrym nastroju mają tendencję do generowania bardziej niezwykłych skojarzeń, lepiej radzą sobie z kreatywnym rozwiązywaniem problemów i wykazują większą elastyczność umysłową (Isen A. , 2000).

Emocje wpływają na oceny zarówno tego, jak korzystne są perspektywy na przyszłość (Johnson i Tversky, 1983), (Arkes, Herren i Isen, 1988), jak i oceny ryzyka (Loewenstein, Weber, Hsee i Welch, 2001), (Slovic, Finucan, Peters i MacGregor, 2007). Kierunek wpływu nastroju na ocenę ryzyka jest złożony i zależy od zadania oraz sytuacji. Ważny wątek teorii stanów afektywnych (emocji lub nastrojów) głosi, że stany te dostarczają jednostkom informacji o środowisku (Frijda, 1988), (Schwarz, 1990). Znaczna ilość badań potwierdza informacyjną rolę efektu (Schwarz, 1990), (Wilson i Schooler, 1991), oraz (Clore, Schwarz i Conway, 1994). Procedura podejmowania decyzji oparta na uczuciach została nazwana przez Slovic P. i in. (2007) 'heurystyką afektu'.

Ludzie często przypisują swoje uczucia niewłaściwemu źródłu, co prowadzi do błędnych ocen. Przykładem problemu błędnej oceny jest to, że ludzie czują się szczęśliwsi w słoneczne dni niż w pochmurne. Wpływ światła słonecznego na ich osądy o szczęściu jest zmniejszony, jeśli zostaną zapytani o pogodę (Schwarz i Clore, 1983). Przepuszczalnie wynika to z faktu, że dobry nastrój przypisują słońcu, a nie względem długoterminowym.

Psychologowie od dziesięcioleci dokumentują korelację między słońcem a zachowaniem. Większość dowodów sugeruje, że ludzie czują się lepiej, gdy są wystawieni na promienie słoneczne. Jeśli są bardziej optymistyczni, gdy świeci słońce, mogą być bardziej skłonni do kupowania akcji w słoneczne dni. W szczególności mogą nieprawidłowo przypisywać dobry nastrój raczej korzystnym perspektywom gospodarczym niż dobrej pogodzie. Sugeruje to, że nasłonecznienie jest dodatnio skorelowane ze stopami zwrotu. Co więcej, nie przewiduje się, że wiadomość (jak w prognozie pogody), że dzień będzie słoneczny, wywoła natychmiastową i pełną pozytywną reakcję cen akcji. Raczej to samo wystąpienie światła słonecznego powinno spowodować ruch cen. Jednak nasłonecznienie występujące w jednym konkretnym miejscu nie jest generalnie reprezentatywne dla pogody w całej gospodarce. Ponadto światło słoneczne jest zmienną przejściową. Ilość nieoczekiwanego nasłonecznienia występującego dzisiaj nie jest silnie skorelowana z ilością, która wystąpi za tydzień lub miesiąc od dzisiaj.

Jak wykazano już znacznie wcześniej istnieją dowody chociażby na to, że słońce wpływa na rynki. Potwierdzenia tego można szukać chociażby w badaniach Saunders'a E.M. Jr. (1993), który pokazuje, że gdy w Nowym Jorku jest pochmurno, stopy zwrotów z nowojorskiej giełdy są zazwyczaj ujemne. Pokazuje ponadto, że korelacja zachmurzenia i zwrotów jest odporna na różne wybory indeksu giełdowego i specyfikację regresji. Mimo, że odkrycie to jest godne uwagi, poświęcono mu stosunkowo niewiele miejsca, prawdopodobnie z powodu obaw związanych z niezamierzoną eksploracją danych.

Zła pogoda może komplikować sytuację rynkową, komunikację lub inne działania komercyjne. Stąd też zasadne wydaje się przeanalizowanie ewentualnego wpływu nasłonecznienia 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 zadowalających 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'a-Granger'a (Engle i Granger, 1987) oraz metoda Johansen'a (Johansen, 1988). Twórcy pierwszej z nich proponują względnie proste podejście do oszacowania stopnia kointegracji, a mianowicie wykorzystanie regresji opartej o metodę 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 istotną 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 (δ , γ) 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 τ mniejsze od wartości krytycznej. Rozkład statystyki τ 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 wyznaczane są parametry strukturalne i reszty równania

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

- wyznaczane 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 η 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. Ewentualny element przyczynowy stanowią czynniki pogodowe, w przypadku których dane meteorologiczne pochodzą ze stacji pogodowych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej zgodnych z lokalizacją siedziby danej spółki. 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	p	Autokorelacja reszt rzędu pierwszego	statystyka testu	wartość krytyczna $\alpha=5\%$ i $\alpha=1\%$
Będzin						
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	
Enea						
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	
Energia						
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	
Kogeneracja						
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	
ML System						
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	
PGE						
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	
Polenergia						
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	
Tauron						
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	
ZE PAK						
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	
Lotos						
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	
PGNiG						
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	
PKN Orlen						
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	
Skotán						
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	
Thermo-Rex						
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	
Unimot						
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	

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wartości poszczególnych statystyk testowych pozwala stwierdzić, że stopa zwrotu rozważanych instrumentów jest wielkością stacjonarną w sensie ‘silnym’. Natomiast nieco odmienne 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. 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 Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Wyniki testów stacjonarności analizowanych pogodowych szeregów czasowych.

Instrument	Test ADF				Test KPSS	
	augmentacja	statystyka testu	ρ	Autokorelacja reszt rzędu pierwszego	statystyka testu	wartość krytyczna $\alpha=5\%$ i $\alpha=1\%$
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 dobowa 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 dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-25,632	$9,492 \cdot 10^{-46}$	-0,008	0,175068	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	0	-19,9723	$1,03 \cdot 10^{-43}$	-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	$4,06 \cdot 10^{-22}$	-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 dobową 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 dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-23,963	$2,561 \cdot 10^{-46}$	-0,033	0,334759	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	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	
Koto						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-8,67207	$9,31 \cdot 10^{-15}$	-0,072	1,41405	0,462/0,743
	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 dobową 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] *	-	-	-	-	-	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty] *	-	-	-	-	-	
Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-24,3227	$2,808 \cdot 10^{-46}$	0,004	2,58317*	
Średnia dobową wilgotność względną [%]	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	$3,02 \cdot 10^{-46}$	0,018	0,237739	
Opole						
Średnia temperatura dobową [°C]	0	-7,07552	$2,816 \cdot 10^{-10}$	-0,026	1,33778	0,462/0,743
	1	-7,07552	$2,816 \cdot 10^{-10}$	-0,026	0,691499	

	3	-5,09242	1,316·10 ⁻⁰⁵	-0,012	0,361584	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-31,9168	1,924·10 ⁻³⁵	0,002	0,378751	
Ustonecznienie [godziny]	0	-21,0854	5,413·10 ⁻⁴⁵	-0,083	0,902082	
	1	-15,8983	9,025·10 ⁻³⁸	-0,020	0,585193	
	2	-12,8863	1,397·10 ⁻²⁸	-0,013	0,453552	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,7234	2,881·10 ⁻³⁸	-0,010	0,204915	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,8487	2,522·10 ⁻⁴⁶	0,010	0,83843	
	1	-23,8487	2,522·10 ⁻⁴⁶	0,010	0,578392	
	3	-14,4701	1,453·10 ⁻³³	-0,004	0,432415	
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-25,9243	1,508·10 ⁻⁴⁵	-0,009	0,863139	
	1	-25,9243	1,508·10 ⁻⁴⁵	-0,009	0,625829	
	4	-12,846	1,882·10 ⁻²⁸	-0,004	0,434788	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-18,1574	8,876·10 ⁻⁴¹	-0,052	1,09771	
	1	-15,1546	1,272·10 ⁻³⁵	-0,011	0,670549	
	3	-10,9599	2,592·10 ⁻²²	-0,005	0,420646	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-16,6104	1,589·10 ⁻³⁷	0,120	0,769283	
	1	-18,2133	9,967·10 ⁻⁴⁴	0,010	0,45597	
Płock						
Średnia temperatura dobowa [°C]	0	-6,99126	4,698·10 ⁻¹⁰	-0,033	1,47473	
	2	-5,58178	1,136·10 ⁻⁰⁶	-0,014	0,5203	
	3	-4,95821	2,484·10 ⁻⁰⁵	-0,010	0,39773	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-35,313	6,23·10 ⁻²⁶	-0,003	0,304473	
Ustonecznienie [godziny]	0	-20,1164	6,67·10 ⁻⁴⁴	-0,132	2,02128	
	4	-8,35138	4,542·10 ⁻¹⁴	-0,005	0,663181	
	8	-5,75981	4,434·10 ⁻⁰⁷	-0,006	0,424006	
Czas trwania opadu deszczu [godziny] *	-	-	-	-	-	0,462/0,743
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty] *	-	-	-	-	-	
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-24,7962	3,693·10 ⁻⁴⁶	0,005	0,574085	
	1	-24,7962	3,693·10 ⁻⁴⁶	0,005	0,404819	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-17,9255	2,479·10 ⁻⁴⁰	-0,076	0,751211	
	1	-14,4365	1,84·10 ⁻³³	-0,028	0,456504	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-30,1558	1,738·10 ⁻³⁹	-0,014	0,328276	
Poznań						
Średnia temperatura dobowa [°C]	0	-6,65828	3,418·10 ⁻⁰⁹	-0,072	1,76816	
	2	-5,09625	1,292·10 ⁻⁰⁵	-0,017	0,62002	
	4	-4,0782	0,001053	-0,005	0,382957	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-34,7403	1,222·10 ⁻²⁷	-0,003	0,163108	
Ustonecznienie [godziny]	0	-19,489	4,976·10 ⁻⁴³	-0,153	0,637882	
	1	-13,3568	4,357·10 ⁻³⁰	-0,031	0,399831	
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-30,5269	1,066·10 ⁻³⁸	-0,010	0,26433	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-23,0241	3,292·10 ⁻⁴⁶	-0,023	0,436696	0,462/0,743
Średnia dobowa prędkość wiatru [m/s]	0	-25,5923	9,047·10 ⁻⁴⁶	-0,008	0,174762	
Średnia dobowa wilgotność względna [%]	0	-19,9831	1,002·10 ⁻⁴³	-0,080	1,53447	
	3	-10,9373	3,069·10 ⁻²²	-0,007	0,617552	
	6	-8,11923	2,229·10 ⁻¹³	-0,003	0,42576	
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza [hPa]	0	-36,5527	3,827·10 ⁻²²	-0,001	0,0829056	
Rzeszów						
Średnia temperatura dobowa [°C]	0	-4,9082	3,714·10 ⁻⁰⁵	-0,086	2,20124	
	3	-3,07252	0,02868	-0,020	0,598609	
	5	-2,44556	0,1293	-0,003	0,41021	
Suma dobowa opadu [mm]	0	-20,6487	1,856·10 ⁻³⁹	0,006	0,36761	
Ustonecznienie [godziny] *	-	-	-	-	-	0,462/0,743
Czas trwania opadu deszczu [godziny]	0	-19,7419	7,614·10 ⁻³⁹	-0,001	0,48412	
	1	-19,7419	7,614·10 ⁻³⁹	-0,001	0,393551	
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne [oktanty]	0	-13,9563	6,826·10 ⁻²⁹	0,005	0,465584	
	1	-13,9563	6,826·10 ⁻²⁹	0,005	0,305371	

Średnia dobową prędkość wiatru [m/s]	0	-13,9629	$6,574 \cdot 10^{-29}$	-0,026	0,793649	0,462/0,743	
	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	$1,44 \cdot 10^{-44}$	-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 9 lokalizacji analizując dane związane z ciśnieniem, 6 na 9 w przypadku prędkości wiatru i 4 na 7 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*), czyli modeli regresyjnych.

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 Breusch-Pagana	
Zmienna objaśniająca	statystyka t	p	statystyka TR ²	p	statystyka chi-kwadrat (2)	p	statystyka d	p	statystyka LM	p
Energia - Gdańsk										
Suma dobowa opadu	0,4155	0,6778	0,538936	0,46287	989,230	0,00000	1,99345	0,44892	0,489294	0,48424
Czas trwania opadu deszczu	0,1203	0,9043	0,031045	0,86014	987,966	0,00000	1,99303	0,45175	0,581807	0,44560
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,2338	0,8152	0,160692	0,68852	988,727	0,00000	1,99356	0,44737	0,083981	0,77197
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,2360	0,8135	0,401483	0,52632	987,547	0,00000	1,9928	0,44222	0,484559	0,48636
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,057	0,2908	0,048854	0,82507	990,031	0,00000	1,99468	0,46791	0,237134	0,62628
Lotos - Gdańsk										
Suma dobowa opadu	-0,2253	0,8218	0,180921	0,67058	172,629	0,00000	1,93213	0,04423	1,599445	0,20598
Czas trwania opadu deszczu	0,3028	0,7621	0,880189	0,34815	172,872	0,00000	1,93169	0,04494	0,155035	0,69377
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,3510	0,7256	0,867876	0,35154	172,833	0,00000	1,93199	0,04344	0,151526	0,69708

Średnia dobową prędkość wiatru	0,5676	0,5704	0,992702	0,31908	174,404	0,00000	1,9137	0,04674	10,71850	0,00106
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,132	0,2576	3,84083	0,05002	171,344	0,00000	1,91354	0,04938	0,104999	0,74591
Skotan - Katowice										
Suma dobową opadu	-1,040	0,2985	0,105818	0,74496	1420,31	0,00000	2,03415	0,74727	6,179724	0,01292
Czas trwania opadu deszczu	1,050	0,2939	0,000947	0,97545	1403,98	0,00000	2,03517	0,75087	7,697848	0,00553
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,3503	0,7261	0,299665	0,58409	1403,49	0,00000	2,03465	0,74662	2,364046	0,12416
Średnia dobową prędkość wiatru	1,151	0,2498	4,753270	0,02924	1421,35	0,00000	2,03951	0,77743	8,692821	0,00319
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1259	0,8998	0,743777	0,38845	1413,82	0,00000	2,03508	0,75677	2,524312	0,11210
Tauron - Katowice										
Suma dobową opadu	-1,141	0,2542	0,703611	0,40157	464,169	0,00000	1,76016	1,7·10 ⁻⁰⁶	4,685670	0,03042
Czas trwania opadu deszczu	-0,0890	0,9291	0,062104	0,80320	464,985	0,00000	1,7596	1,5·10 ⁻⁰⁶	0,437466	0,50835
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,4410	0,6593	0,095458	0,75735	465,626	0,00000	1,75837	1,3·10 ⁻⁰⁶	0,325955	0,56805
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,5350	0,5927	0,186623	0,66574	460,212	0,00000	1,76062	1,7·10 ⁻⁰⁶	1,531245	0,21593
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,1077	0,9143	0,293223	0,58816	465,123	0,00000	1,75907	1,5·10 ⁻⁰⁶	0,126153	0,72245
Thermo-Rex - Katowice										
Suma dobową opadu	-2,092	0,0366	0,873736	0,34992	1287,46	0,00000	1,95244	0,17996	0,030099	0,86227
Czas trwania opadu deszczu	-2,818	0,0049	0,899937	0,34279	1278,22	0,00000	1,95042	0,16761	0,715502	0,39762
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,7917	0,4287	1,05526	0,30429	1283,32	0,00000	1,95379	0,18369	1,021827	0,31209
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,9550	0,3397	0,021053	0,88464	1286,16	0,00000	1,95439	0,18834	3,595856	0,05792
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,7102	0,4777	1,92546	0,16526	1293,76	0,00000	1,95365	0,18956	0,002047	0,96391
ZE Pątnów-Adamów-Konin - Koło										
Suma dobową opadu	-0,4699	0,6385	6,17363	0,01297	1288,18	0,00000	2,05608	0,86340	0,112137	0,73772
Średnia dobową prędkość wiatru	-0,4356	0,6632	0,097398	0,75498	1289,83	0,00000	2,05659	0,86580	1,244608	0,26459
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,0828	0,9340	1,34536	0,24609	1289,82	0,00000	2,0564	0,86053	3,586737	0,05824
Unimot - Opole										
Suma dobową opadu	1,002	0,3167	1,25814	0,26200	1134,66	0,00000	1,88741	0,01451	3,126094	0,07705
Czas trwania opadu deszczu	2,965	0,0031	0,0937976	0,75940	1090,14	0,00000	1,88131	0,01078	51,26366	0,00000
PKN Orlen - Płock										
Suma dobową opadu	1,585	0,1131	1,25693	0,26223	152,591	0,00000	2,00724	0,55655	1,026429	0,31099
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,4893	0,6247	6,69110	0,00969	151,710	0,00000	2,00866	0,56457	0,224205	0,63585
Będzin - Poznań										
Suma dobową opadu	-0,7680	0,4426	0,218907	0,63987	1463,51	0,00000	2,30515	1,00000	7,552060	0,00599
Czas trwania opadu deszczu	0,7455	0,4561	1,03273	0,30952	1460,58	0,00000	2,30857	1,00000	16,61387	0,00005

Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,7873	0,4312	0,112266	0,73758	1459,29	0,00000	2,30795	1,00000	9,245279	0,00236
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,07400	0,9410	0,0700447	0,79127	1461,21	0,00000	2,30783	1,00000	8,849761	0,00293
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2565	0,7976	0,468392	0,49373	1461,11	0,00000	2,30805	1,00000	0,245686	0,62013
Enea - Poznań										
Suma dobowa opadu	1,151	0,2498	1,03141	0,30983	423,939	0,00000	1,84101	0,00103	3,028158	0,08183
Czas trwania opadu deszczu	0,1389	0,8896	0,940882	0,33205	421,976	0,00000	1,84188	0,00108	3,063442	0,08007
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,7836	0,4334	0,881376	0,34783	420,630	0,00000	1,84282	0,00112	1,085435	0,29749
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,4623	0,6440	0,24299	0,62206	427,272	0,00000	1,84247	0,00109	1,143693	0,28487
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,695	0,0903	1,94887	0,16271	407,771	0,00000	1,84513	0,00127	3,561509	0,05913
ML System – Rzeszów										
Suma dobowa opadu	0,2710	0,7865	0,318978	0,57222	564,198	0,00000	1,87726	0,06118	0,683641	0,40834
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,079	0,2811	2,8733	0,09006	560,000	0,00000	1,88292	0,06773	2,398701	0,12144
PGE – Warszawa										
Suma dobowa opadu	0,4121	0,6803	0,946749	0,33055	1061,63	0,00000	1,81504	0,00017	7,425154	0,00643
Czas trwania opadu deszczu	-1,276	0,2022	0,173579	0,67695	1068,89	0,00000	1,81437	0,00016	1,945605	0,16306
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,2345	0,8147	1,14388	0,28483	1067,41	0,00000	1,81533	0,00016	2,888960	0,08919
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,295	0,1955	0,207166	0,64899	1081,99	0,00000	1,81814	0,00021	2,970178	0,08481
PGNiG – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,5402	0,5892	0,209396	0,64724	233,694	0,00000	2,07317	0,92174	1,751775	0,18565
Czas trwania opadu deszczu	-2,086	0,0371	1,34174	0,24673	228,925	0,00000	2,07234	0,91868	0,003787	0,95093
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-1,668	0,0956	0,0067980	0,93429	232,143	0,00000	2,07334	0,9202	0,255152	0,61347
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,5552	0,5788	0,0332742	0,85526	236,020	0,00000	2,07298	0,92096	8,307981	0,00395
Polenergia – Warszawa										
Suma dobowa opadu	0,7020	0,4828	1,73277	0,18806	1362,74	0,00000	1,92028	0,06106	0,001298	0,97126
Czas trwania opadu deszczu	-0,9413	0,3467	2,12627	0,14479	1359,18	0,00000	1,92113	0,06271	4,954596	0,02602
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,9738	0,3303	0,302701	0,58219	1368,22	0,00000	1,92125	0,06305	0,080192	0,77704
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,3699	0,7115	4,80484	0,02838	1364,89	0,00000	1,92187	0,06516	1,637421	0,20068
Kogeneracja - Wrocław										
Suma dobowa opadu	2,212	0,0271	0,443257	0,50556	1177,49	0,00000	2,22979	0,99999	1,820133	0,17729
Czas trwania opadu deszczu	0,6508	0,5153	0,0054824	0,94098	1179,43	0,00000	2,22825	0,99999	1,784164	0,18164
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,07302	0,9418	1,06921	0,30112	1179,77	0,00000	2,22818	0,99999	8,293205	0,00398

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.

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 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 uzasadnienia. 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.

	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 ²	p	statystyka chi-kwadrat (2)	p	statystyka d	p	statystyka LM	p
Energa - Gdańsk										
Suma dobowy opadu	-0,2857	0,7751	0,449465	0,50259	984,144	0,00000	1,99164	0,43788	0,221894	0,63760
Czas trwania opadu deszczu	-0,5902	0,5551	0,211027	0,64596	980,543	0,00000	1,99148	0,43221	1,036973	0,30853
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,643	0,1006	0,0025225	0,95994	990,410	0,00000	1,99091	0,43538	7,889667	0,00497
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,8886	0,3744	0,0121627	0,91218	976,356	0,00000	1,99326	0,44422	0,566568	0,45163
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,4858	0,6272	0,0345271	0,85259	986,594	0,00000	1,99338	0,44953	0,660328	0,41644
Lotos - Gdańsk										
Suma dobowy opadu	0,3621	0,7173	1,24734	0,26406	172,106	0,00000	1,91239	0,04547	2,123886	0,14502
Czas trwania opadu deszczu	0,7055	0,4806	1,64434	0,19973	173,336	0,00000	1,91215	0,04390	0,014858	0,90299
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,237	0,2162	0,505348	0,47716	171,074	0,00000	1,90953	0,04114	4,700097	0,03016
Średnia dobowy prędkość wiatru	0,5676	0,5704	0,992702	0,31908	0,99270	0,00000	1,9137	0,04674	10,71850	0,00106

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,3572	0,7210	1,22156	0,26906	172,583	0,00000	1,91139	0,04322	0,018188	0,89272
Skotan - Katowice										
Suma dobowa opadu	0,3365	0,7366	0,0648279	0,79902	1409,24	0,00000	2,03335	0,73921	4,877513	0,02721
Czas trwania opadu deszczu	1,175	0,2402	0,575516	0,44808	1393,45	0,00000	2,03654	0,75946	19,01004	0,00001
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,5238	0,6005	0,542131	0,46155	1401,64	0,00000	2,03505	0,75000	1,617822	0,20339
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,9545	0,3400	0,786089	0,37529	1408,79	0,00000	2,03703	0,76099	10,31936	0,00132
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,7096	0,4781	1,03156	0,30979	1410,71	0,00000	2,03425	0,74892	3,279416	0,07015
Tauron - Katowice										
Suma dobowa opadu	-0,8023	0,4225	0,753009	0,38553	462,422	0,00000	1,76025	1,7·10 ⁻⁰⁶	12,86008	0,00034
Czas trwania opadu deszczu	-0,1507	0,8802	2,0760	0,14963	463,182	0,00000	1,75928	1,5·10 ⁻⁰⁶	7,571485	0,00593
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,259	0,2083	2,39445	0,12177	464,987	0,00000	1,7592	1,4·10 ⁻⁰⁶	8,975215	0,00274
Średnia dobowa prędkość wiatru	-1,262	0,2070	0,0010417	0,97425	454,976	0,00000	1,75933	1,4·10 ⁻⁰⁶	1,963433	0,16115
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2,265	0,0236	0,305251	0,58061	451,535	0,00000	1,76494	2,6·10 ⁻⁰⁶	3,708909	0,05412
Thermo-Rex - Katowice										
Suma dobowa opadu	0,4939	0,6214	2,19822	0,13817	1287,28	0,00000	1,95198	0,17514	10,07800	0,00150
Czas trwania opadu deszczu	0,3964	0,6919	0,0002402	0,98764	1289,32	0,00000	1,95222	0,17686	5,207364	0,02249
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,1589	0,8737	8,81987	0,00298	1292,39	0,00000	1,95316	0,18139	1,362917	0,24303
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,1424	0,8868	0,309085	0,57824	1288,06	0,00000	1,95338	0,18155	7,475443	0,00626
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	1,976	0,0484	0,104149	0,74691	1289,92	0,00000	1,94939	0,16581	0,688571	0,40665
ZE Pątnów-Adamów-Konin - Koło										
Suma dobowa opadu	0,2622	0,7932	5,11783	0,02368	1291,79	0,00000	2,05552	0,85831	5,324408	0,02103
Średnia dobowa prędkość wiatru	-0,0807	0,9357	1,05514	0,30433	1288,13	0,00000	2,05631	0,86044	0,603302	0,43732
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,3064	0,7593	0,0460813	0,83003	1286,21	0,00000	2,05603	0,86063	0,322038	0,57039
Unimot - Opole										
Suma dobowa opadu	0,9837	0,3254	0,494689	0,48184	1123,39	0,00000	1,88727	0,01512	0,005203	0,94249
Czas trwania opadu deszczu	-0,1969	0,8439	0,450512	0,50209	1131,36	0,00000	1,88827	0,01587	0,401412	0,52636
PKN Orlen - Płock										
Suma dobowa opadu	0,5250	0,5997	0,171001	0,67922	152,087	0,00000	2,00846	0,56785	3,569675	0,05884
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-1,068	0,2858	2,41155	0,12044	152,416	0,00000	2,00746	0,55841	0,000225	0,98805
Będzin - Poznań										
Suma dobowa opadu	1,706	0,0883	5,49766	0,01904	1444,07	0,00000	2,30599	1,00000	1,987446	0,15861
Czas trwania opadu deszczu	0,5572	0,5774	0,252543	0,61529	1450,39	0,00000	2,3077	1,00000	0,030353	0,86169
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,05977	0,9523	0,361593	0,54762	1458,44	0,00000	2,30771	1,00000	17,95416	0,00002

Średnia dobowa prędkość wiatru	0,07400	0,9410	0,0700447	0,79127	1461,21	0,00000	2,30783	1,00000	8,849761	0,00293
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2531	0,8002	0,470542	0,49274	1458,93	0,00000	1458,93	1,00000	0,110635	0,73942
Enea - Poznań										
Suma dobowa opadu	1,308	0,1910	0,887971	0,34603	424,912	0,00000	1,84457	0,00130	0,478429	0,48914
Czas trwania opadu deszczu	0,9757	0,3294	0,676544	0,41078	424,901	0,00000	1,84248	0,00114	1,699012	0,19242
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-0,5893	0,5558	3,01712	0,08239	421,705	0,00000	1,84184	0,00106	0,770240	0,38014
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,711	0,0872	0,116634	0,73271	436,200	0,00000	1,84156	0,00106	3,902850	0,04820
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,2861	0,7748	2,38192	0,12275	422,420	0,00000	1,84127	0,00101	1,544707	0,21392
ML System – Rzeszów										
Suma dobowa opadu	1,339	0,1810	0,0292266	0,86426	570,439	0,00000	1,87622	0,06036	1,226202	0,26815
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,7083	0,4791	0,205789	0,65009	556,432	0,00000	1,87715	0,05981	13,06857	0,00030
PGE – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,5808	0,5614	1,30268	0,25372	1065,26	0,00000	1,81608	0,00018	0,347363	0,55561
Czas trwania opadu deszczu	0,9768	0,3288	2,23483	0,13493	1073,48	0,00000	1,81185	0,00013	3,504961	0,06118
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	1,051	0,2935	2,3403	0,12606	1063,41	0,00000	1,81333	0,00015	0,961013	0,32693
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,117	0,2641	3,38919	0,06563	1082,99	0,00000	1,81813	0,00020	0,491088	0,48344
PGNiG – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,9108	0,3625	2,62859	0,10496	233,511	0,00000	2,07283	0,92063	0,918789	0,33779
Czas trwania opadu deszczu	-0,3209	0,7483	1,91196	0,16675	233,540	0,00000	2,07242	0,92030	1,062281	0,30269
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	-1,049	0,2944	4,36158	0,03676	230,972	0,00000	2,07449	0,92633	0,994733	0,31859
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,365	0,1726	0,0066881	0,93482	237,122	0,00000	2,07446	0,92407	0,004338	0,94749
Polenergia – Warszawa										
Suma dobowa opadu	-0,3721	0,7099	0,730131	0,39284	1361,23	0,00000	1,92104	0,06799	0,055163	0,81431
Czas trwania opadu deszczu	-0,4245	0,6712	0,0971014	0,75534	1357,61	0,00000	1,92176	0,06443	2,794717	0,09458
Średnie dobowe zachmurzenie ogólne	0,09457	0,9801	0,228107	0,63293	1360,39	0,00000	1,92137	0,06474	0,076028	0,78276
Średnia dobowa prędkość wiatru	1,488	0,1370	2,24685	0,13389	1353,90	0,00000	1,92221	0,06802	1,848813	0,17392
Kogeneracja - Wrocław										
Suma dobowa opadu	0,2983	0,7655	1,81751	0,17761	177,484	0,00000	2,22857	0,99999	1,888471	0,16938
Czas trwania opadu deszczu	-0,7427	0,4578	1,59832	0,20614	1176,80	0,00000	2,22607	0,99999	4,402569	0,03589
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,9691	0,3327	0,0004763	0,98259	1171,36	0,00000	2,22919	0,99999	23,58994	0,00001

Źródło: opracowanie własne.

Analiza regresyjna zobrazowana w powyższej tabeli nie wskazuje wyraźnych zależności pomiędzy opóźnionym czynnikiem pogodowym a stopą zwrotu. Poza dwoma

dosłownie przypadkami wskazującymi na istotność średniego dobowego ciśnienia brak jest pozytywnych wskazań w tym zakresie.

Badania zestawione odpowiednio w tabelach Tabela 5.3 i Tabela 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'a (*AIC*), Schwartz-Bayesian (*BIC*) czy też kryterium Hannan-Quinna (*HQC*).

Tabela 5.5. Wyniki testu przyczynowości *VAR* dla wolumenu obrotu i czynników pogodowych.

Zmienna objaśniająca	VAR			Test Johansena					Test Engle-Grangera		
	Opóźnienie	Statystyka F	p	rzęd macierzy	wartość własna	test λ_{trace}	p	test λ_{max}	p	statystyka T	p
Energia - Gdańsk											
Średnia temperatura dobowa	5	2,9141	0,0127	0	0,049544	92,606	0,000	75,966	0,000	-8,00159	5,465·10 ⁻⁰⁸
				1	0,011069	16,641	0,000	16,641	0,000		
Suma dobowa opadów	5	0,7631	0,5764	0	0,36116	904,30	0,000	669,47	0,000	-24,7666	6,223·10 ⁻⁵¹
				1	0,14545	234,83	0,000	234,83	0,000		
Ustonecznienie	5	1,1266	0,3441	0	0,059081	151,25	0,000	91,042	0,000	-8,11206	2,590·10 ⁻¹²
				1	0,039472	60,207	0,000	60,207	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	4	1,6614	0,1565	0	0,45144	1157,7	0,000	897,68	0,000	-28,9309	7,866·10 ⁻⁴⁸
				1	0,15965	260,04	0,000	260,04	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	4	0,4648	0,7616	0	0,45005	1055,2	0,000	893,91	0,000	-28,8953	6,965·10 ⁻⁴⁸
				1	0,10227	161,29	0,000	161,29	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	4	2,8127	0,0242	0	0,45061	1109,2	0,000	895,43	0,000	-28,4388	1,598·10 ⁻⁴⁸
				1	0,13323	213,76	0,000	213,76	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	5	1,9973	0,0763	0	0,067203	168,75	0,000	104,00	0,000	-8,08309	3,152·10 ⁻¹²
				1	0,042387	64,750	0,000	64,750	0,000		
	4	0,1414	0,9668	0	0,44992	1207,1	0,000	893,54	0,000	-28,9597	8,688·10 ⁻⁴⁸

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza				1	0,18920	313,54	0,000	313,54	0,000		
Lotos – Gdańsk											
Średnia temperatura dobową	5	1,3585	0,2372	0	0,063830	115,11	0,000	98,608	0,000	-8,94007	7,999·10 ⁻¹⁵
				1	0,010975	16,499	0,000	16,499	0,000		
Suma dobową opadów	6	0,1673	0,9854	0	0,34369	828,54	0,000	628,74	0,000	-25,712	8,647·10 ⁻⁵¹
				1	0,12525	199,79	0,000	199,79	0,000		
Ustępnienie	5	1,6158	0,1527	0	0,070678	172,84	0,000	109,58	0,000	-8,96727	6,584·10 ⁻¹⁵
				1	0,041429	63,255	0,000	63,255	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	6	0,2487	0,9599	0	0,34395	826,69	0,000	629,33	0,000	-25,6839	8,467·10 ⁻⁵¹
				1	0,12383	197,36	0,000	197,36	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	6	1,1954	0,3059	0	0,34406	764,08	0,000	629,58	0,000	-25,7455	8,873·10 ⁻⁵¹
				1	0,086144	134,49	0,000	134,49	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	6	0,1602	0,9870	0	0,34375	788,61	0,000	628,86	0,000	-25,7581	8,962·10 ⁻⁵¹
				1	0,10147	159,75	0,000	159,75	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	5	0,8160	0,5382	0	0,068907	186,00	0,000	106,74	0,000	-8,79679	2,221·10 ⁻¹⁴
				1	0,051639	79,266	0,000	79,266	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	6	0,1147	0,9947	0	0,34362	852,15	0,000	628,58	0,000	-25,6857	8,479·10 ⁻⁵¹
				1	0,13907	223,57	0,000	223,57	0,000		
Skotan – Katowice											
Średnia temperatura dobową	5	0,5085	0,7701	0	0,057784	109,44	0,000	88,925	0,000	-8,61934	7,777·10 ⁻¹⁴
				1	0,013638	20,515	0,000	20,515	0,000		
Suma dobową opadów	4	0,2278	0,9229	0	0,38182	1001,3	0,000	718,57	0,000	-26,9719	4,432·10 ⁻⁵⁰
				1	282,72	282,72	0,000	282,72	0,000		
Ustępnienie	6	0,9749	0,4407	0	0,050736	139,74	0,000	77,737	0,000	-8,24267	1,062·10 ⁻¹²
				1	0,040681	62,007	0,000	62,007	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	4	0,3638	0,8345	0	0,38243	1001,0	0,000	720,06	0,000	-26,9737	4,447·10 ⁻⁵⁰
				1	0,17140	280,91	0,000	280,91	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	5	0,3581	0,8772	0	0,32954	746,46	0,000	596,89	0,000	-20,7919	6,685·10 ⁻⁴⁸
				1	0,095329	149,57	0,000	149,57	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	4	1,7179	0,1435	0	0,38374	928,57	0,000	723,21	0,000	-26,8116	3,339·10 ⁻⁵⁰
				1	0,12842	205,35	0,000	205,35	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	5	0,5147	0,7653	0	0,056957	164,25	0,000	87,613	0,000	-8,54574	1,303·10 ⁻¹³
				1	0,050003	76,636	0,000	76,636	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	4	0,2824	0,8895	0	0,38283	1042,6	0,000	721,01	0,000	-26,9774	4,477·10 ⁻⁵⁰
				1	0,19367	321,59	0,000	321,59	0,000		
Tauron – Katowice											
Średnia temperatura dobową	5	0,3876	0,8576	0	0,055126	105,11	0,000	84,771	0,000	-9,02435	4,371·10 ⁻¹⁵
				1	0,013511	20,337	0,000	20,337	0,000		
Suma dobową opadów	4	0,5833	0,6748	0	0,41019	1072,5	0,000	789,30	0,000	-26,1031	1,242·10 ⁻⁵⁰
				1	0,17259	283,23	0,000	283,23	0,000		
Ustępnienie	5	1,2505	0,2830	0	0,062172	174,31	0,000	95,963	0,000	-9,01031	4,835·10 ⁻¹⁵
				1	0,051056	78,346	0,000	78,346	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	4	0,2780	0,8923	0	0,40887	1067,7	0,000	785,94	0,000	-26,1105	1,252·10 ⁻⁵⁰
				1	0,17178	281,77	0,000	281,77	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	4	0,0112	0,9998	0	0,40869	979,99	0,000	785,49	0,000	-26,1055	1,245·10 ⁻⁵⁰
				1	0,12199	194,50	0,000	194,50	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	4	0,4384	0,7809	0	0,40928	995,57	0,000	786,99	0,000	-26,0606	1,186·10 ⁻⁵⁰
				1	0,13022	208,57	0,000	208,57	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	5	1,3608	0,2363	0	0,059597	161,69	0,000	91,863	0,000	-9,01169	4,787·10 ⁻¹⁵
				1	0,045630	69,823	0,000	69,823	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	4	1,1416	0,3352	0	0,40902	1108,3	0,000	786,34	0,000	-26,0966	1,233·10 ⁻⁵⁰
				1	0,19375	321,97	0,000	321,97	0,000		
Thermo-Rex – Katowice											
Średnia temperatura dobową	6	0,9631	0,4489	0	0,048433	91,316	0,000	74,120	0,000	-8,56695	1,123·10 ⁻¹³
				1	0,011451	17,195	0,000	17,195	0,000		
Suma dobową opadów	5	0,2916	0,9178	0	0,37070	931,89	0,000	691,49	0,000	-24,4079	6,726·10 ⁻⁵¹
				1	0,14873	240,40	0,000	240,40	0,000		
Ustępnienie	6	0,4896	0,8165	0	0,056529	146,25	0,000	86,877	0,000	-8,55054	1,260·10 ⁻¹³
				1	0,038987	59,373	0,000	59,373	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	5	0,4989	0,7772	0	0,37100	931,04	0,000	692,20	0,000	-24,4006	6,745·10 ⁻⁵¹
				1	0,14783	238,84	0,000	238,84	0,000		
	5	0,2802	0,9241	0	0,37060	840,58	0,000	691,25	0,000	-24,3777	

Średnie dobowe zachmurzenie				1	0,095181	149,33	0,000	149,33	0,000		6,805·10 ⁻⁵¹
Średnia dobowa prędkość wiatru	5	0,7484	0,5873	0	0,36995	865,50	0,000	689,71	0,000	-23,9636	8,644·10 ⁻⁵¹
				1	0,11108	175,79	0,000	175,79	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	6	0,4143	0,8699	0	0,053252	135,14	0,000	81,700	0,000	-8,6057	8,558·10 ⁻¹⁴
				1	0,035158	53,435	0,000	53,435	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	9	6,0298	0,0000	0	0,37141	955,72	0,000	693,18	0,000	-24,3044	7,023·10 ⁻⁵¹
				1	0,16125	262,54	0,000	262,54	0,000		
ZE Pątnów-Adamów-Konin – Koto											
Średnia temperatura dobowa	5	1,0597	0,3810	0	0,10145	184,83	0,000	159,82	0,000	-12,7955	2,035·10 ⁻²⁷
				1	0,016596	25,003	0,000	25,003	0,000		
Suma dobowa opadów	7	0,4583	0,8649	0	0,25201	608,13	0,000	432,93	0,000	-20,8275	5,928·10 ⁻⁴⁸
				1	0,11086	175,20	0,000	175,20	0,000		
Ustonecznienie	5	0,5252	0,7574	0	0,10039	223,14	0,000	158,06	0,000	-12,7453	2,973·10 ⁻²⁷
				1	0,042620	65,072	0,000	65,072	0,000		
Czas trwania opadu deszczu *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Średnie dobowe zachmurzenie *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Średnia dobowa prędkość wiatru	6	1,1919	0,3077	0	0,27398	628,87	0,000	477,71	0,000	-18,0341	1,315·10 ⁻⁴²
				1	0,096349	151,16	0,000	151,16	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	4	0,3609	0,8365	0	0,11399	306,15	0,000	180,94	0,000	-12,9202	7,944·10 ⁻²⁷
				1	0,080343	125,21	0,000	125,21	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	8	0,1075	0,9998	0	0,18964	420,92	0,000	312,90	0,000	-18,0277	1,362·10 ⁻⁴²
				1	0,070021	108,02	0,000	108,02	0,000		
Unimot – Opole											
Średnia temperatura dobowa	6	0,2096	0,9739	0	0,025876	55,654	0,000	39,168	0,000	-6,01687	9,994·10 ⁻⁰⁷
				1	0,010974	16,486	0,000	16,486	0,000		
Suma dobowa opadów	9	1,2840	0,2340	0	0,2340	486,38	0,000	373,39	0,000	-19,316	2,310·10 ⁻⁴⁵
				1	0,073076	112,99	0,000	112,99	0,000		
Ustonecznienie	6	1,3776	0,2201	0	0,043197	104,31	0,000	65,972	0,000	-6,07356	7,361·10 ⁻⁰⁷
				1	0,025338	38,343	0,000	38,343	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	9	1,2051	0,2828	0	0,22391	475,08	0,000	377,44	0,000	-19,3873	1,678·10 ⁻⁴⁵
				1	0,063469	97,638	0,000	97,638	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	6	2,0413	0,0574	0	0,081727	166,07	0,000	127,38	0,000	-6,04661	8,516·10 ⁻⁰⁷
				1	0,025563	38,687	0,000	38,687	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	6	1,1115	0,3531	0	0,086569	174,15	0,000	135,28	0,000	-6,01166	1,028·10 ⁻⁰⁶
				1	0,025681	38,868	0,000	38,868	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	6	0,4827	0,8216	0	0,047037	110,71	0,000	71,979	0,000	-5,99381	1,131·10 ⁻⁰⁶
				1	0,025589	38,727	0,000	38,727	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	6	0,8898	0,5015	0	0,099931	196,81	0,000	157,29	0,000	-6,05318	8,219·10 ⁻⁰⁶
				1	0,026100	39,512	0,000	39,512	0,000		
PKN Orlen – Płock											
Średnia temperatura dobowa	5	1,5516	0,1708	0	0,060231	112,60	0,000	92,872	0,000	-9,00141	5,154·10 ⁻¹⁵
				1	0,013111	19,730	0,000	19,730	0,000		
Suma dobowa opadów	4	0,3199	0,8648	0	0,40764	1064,1	0,000	782,84	0,000	-27,442	1,152·10 ⁻⁴⁹
				1	0,17148	281,23	0,000	281,23	0,000		
Ustonecznienie	5	2,0278	0,0720	0	0,061175	161,06	0,000	94,374	0,000	-8,94441	7,754·10 ⁻¹⁵
				1	0,043629	66,691	0,000	66,691	0,000		
Czas trwania opadu deszczu *	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Średnie dobowe zachmurzenie *	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Średnia dobowa prędkość wiatru	5	1,2829	0,2686	0	0,11547	272,76	0,000	183,43	0,000	-8,97257	6,338·10 ⁻¹⁵
				1	0,058001	89,328	0,000	89,328	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	5	0,6283	0,6782	0	0,060137	172,74	0,000	92,722	0,000	-8,94096	7,948·10 ⁻¹⁵
				1	0,052114	80,014	0,000	80,014	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	4	0,2248	0,9246	0	0,40720	1026,8	0,000	781,74	0,000	-27,4616	1,203·10 ⁻⁴⁹
				1	0,15120	245,08	0,000	245,08	0,000		
Będzin – Poznań											
Średnia temperatura dobowa	3	1,7209	0,1607	0	0,15566	278,99	0,000	253,13	0,000	-15,399	1,359·10 ⁻³⁵
				1	0,017142	25,867	0,000	25,867	0,000		
	6	18,777	0,0000	0	0,32158	775,85	0,000	578,88	0,000	-22,5578	

Suma dobowa opadów				1	0,12368	196,98	0,000	196,98	0,000		5,839·10 ⁻⁵⁰
Ustonecznienie	2	0,3416	0,7107	0	0,19807	499,23	0,000	330,44	0,000	-16,5536	7,275·10 ⁻³⁹
				1	0,10663	168,79	0,000	168,79	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	6	3,3540	0,0028	0	0,32266	777,70	0,000	581,26	0,000	-22,5154	6,348·10 ⁻⁵⁰
				1	0,12336	196,44	0,000	196,44	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	6	1,4174	0,2042	0	0,32704	725,07	0,000	590,93	0,000	-22,5244	6,235·10 ⁻⁵⁰
				1	0,085980	134,14	0,000	134,14	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	6	1,0896	0,3663	0	0,32428	745,37	0,000	584,83	0,000	-22,446	7,304·10 ⁻⁵⁰
				1	0,10202	160,54	0,000	160,54	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	0,7523	0,5210	0	0,15539	400,10	0,000	252,65	0,000	-15,3476	1,927·10 ⁻³⁵
				1	0,093864	147,45	0,000	147,45	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	6	0,3789	0,8928	0	0,32463	809,98	0,000	585,60	0,000	-22,5294	6,174·10 ⁻⁵⁰
				1	0,13963	224,39	0,000	224,39	0,000		
Enea – Poznań											
Średnia temperatura dobowa	5	2,5835	0,0246	0	0,082863	148,72	0,000	129,31	0,000	-10,2803	4,150·10 ⁻¹⁹
				1	0,012895	19,403	0,000	19,403	0,000		
Suma dobowa opadów	5	0,5230	0,7590	0	0,36300	890,40	0,000	673,77	0,000	-25,3005	6,814·10 ⁻⁵¹
				1	0,13497	216,62	0,000	216,62	0,000		
Ustonecznienie	5	0,8618	0,5061	0	0,083431	195,65	0,000	130,24	0,000	-10,1827	8,637·10 ⁻¹⁹
				1	0,042807	65,406	0,000	65,406	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	5	0,6469	0,6639	0	0,36332	872,54	0,000	674,51	0,000	-24,6077	6,353·10 ⁻⁵¹
				1	0,12414	198,03	0,000	198,03	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	9	0,7969	0,6318	0	0,23890	475,30	0,000	406,48	0,000	-18,880	1,762·10 ⁻⁴⁴
				1	0,045168	68,821	0,000	68,821	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	5	2,0417	0,0702	0	0,36093	874,31	0,000	668,92	0,000	-25,2936	6,795·10 ⁻⁵¹
				1	0,12844	205,38	0,000	205,38	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	1,7005	0,1650	0	0,14339	324,14	0,000	231,70	0,000	-13,6977	2,411·10 ⁻³⁰
				1	0,059882	92,439	0,000	92,439	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	5	0,5034	0,7739	0	0,36113	856,48	0,000	669,40	0,000	-18,7718	2,979·10 ⁻⁴⁴
				1	0,11769	187,07	0,000	187,07	0,000		
ML System – Rzeszów											
Średnia temperatura dobowa	3	0,7697	0,5113	0	0,052733	45,701	0,000	33,751	0,000	-5,44588	1,857·10 ⁻⁰⁵
				1	0,019000	11,951	0,0005	11,951	0,0005		
Suma dobowa opadów	9	1,8289	0,0527	0	0,22283	204,51	0,000	155,04	0,000	-10,8954	3,939·10 ⁻²¹
				1	0,077292	49,472	0,000	49,472	0,000		
Ustonecznienie *	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
				1	-	-	-	-	-		
Czas trwania opadu deszczu	3	1,3027	0,2726	0	0,19452	166,58	0,000	134,77	0,000	-5,40644	2,248·10 ⁻⁰⁵
				1	0,049789	31,817	0,000	31,817	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	3	0,3462	0,7919	0	0,13308	121,10	0,000	88,972	0,000	-5,39844	2,912·10 ⁻⁰⁶
				1	0,050255	32,123	0,000	32,123	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	3	0,3950	0,7566	0	0,14536	130,14	0,000	97,855	0,000	-5,45341	1,790·10 ⁻⁰⁵
				1	0,050503	32,286	0,000	32,286	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	0,5936	0,6194	0	0,078845	83,565	0,000	51,165	0,000	-5,40631	2,249·10 ⁻⁰⁵
				1	0,050677	32,400	0,000	32,400	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	0,3052	0,7371	0	0,58743	674,03	0,000	551,57	0,000	-20,7258	8,382·10 ⁻⁴⁸
				1	0,17844	122,45	0,000	122,45	0,000		
PGE – Warszawa											
Średnia temperatura dobowa	4	1,9605	0,0981	0	0,13958	247,93	0,000	224,89	0,000	-13,4403	1,620·10 ⁻²⁹
				1	0,015281	23,037	0,000	23,037	0,000		
Suma dobowa opadów	5	0,6327	0,6748	0	0,35467	879,10	0,0000	654,37	0,0000	-25,8567	9,735·10 ⁻⁵¹
				1	0,13965	224,73	0,0000	224,73	0,0000		
Ustonecznienie	3	0,5616	0,6404	0	0,17672	406,56	0,0000	291,11	0,000	-15,4866	7,512·10 ⁻²⁹
				1	0,074226	115,46	0,0000	115,46	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	4	1,8345	0,1197	0	0,13899	370,14	0,0000	223,88	0,0000	-13,352	3,125·10 ⁻²⁹
				1	0,093140	146,26	0,0000	146,26	0,0000		
Średnie dobowe zachmurzenie	5	1,7493	0,1203	0	0,35566	784,62	0,0000	656,66	0,0000	-25,7137	8,657·10 ⁻⁵¹
				1	0,082081	127,96	0,0000	127,96	0,0000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	5	0,7229	0,6063	0	0,35473	875,77	0,0000	654,49	0,0000	-25,6844	8,470·10 ⁻⁵¹
				1	0,13766	221,28	0,0000	221,28	0,0000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	1,8621	0,1341	0	0,17679	386,58	0,000	291,24	0,000	-15,4671	8,564·10 ⁻³⁶
				1	0,061702	95,340	0,000	95,340	0,000		

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	3	0,8564	0,4632	0	0,17839	528,05	0,000	294,15	0,000	-15,4749	1,469·10 ⁻³⁶
				1	0,14465	233,90	0,000	233,90	0,000		
PGNiG - Warszawa											
Średnia temperatura dobową	4	0,5061	0,7313	0	0,089557	164,09	0,000	140,36	0,000	-11,0523	1,192·10 ⁻²¹
				1	0,015734	23,725	0,000	23,725	0,000		
Suma dobową opadów	3	18,385	0,0000	0	0,47742	1298,7	0,000	970,88	0,000	-29,8103	2,172·10 ⁻⁴⁶
				1	0,19678	327,81	0,000	327,81	0,000		
Ustłonecznienie	5	1,3292	0,2490	0	0,076640	192,46	0,000	119,21	0,000	-10,4252	1,392·10 ⁻¹⁹
				1	0,047819	73,255	0,000	73,255	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	3	1,2325	0,2964	0	0,47747	1271,4	0,000	971,01	0,000	-29,7423	1,645·10 ⁻⁴⁶
				1	0,18192	300,38	0,000	300,38	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	3	0,5417	0,6538	0	0,47753	1156,3	0,000	971,20	0,000	-29,6674	1,217·10 ⁻⁴⁶
				1	0,11639	185,11	0,000	185,11	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	3	0,5746	0,6318	0	0,47857	1282,0	0,000	974,17	0,000	-29,9167	3,375·10 ⁻⁴⁶
				1	0,18598	307,83	0,000	307,83	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	3	2,7664	0,0406	0	0,12243	287,96	0,000	195,50	0,000	-12,1339	3,087·10 ⁻²⁵
				1	0,059897	92,464	0,000	92,464	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	4	0,6528	0,6249	0	0,12842	338,16	0,000	205,62	0,000	-11,0656	1,077·10 ⁻²¹
				1	0,084788	132,54	0,000	132,54	0,000		
Polenergia – Warszawa											
Średnia temperatura dobową	3	1,0736	0,3592	0	0,18866	343,14	0,000	312,77	0,000	-16,2404	5,264·10 ⁻³⁸
				1	0,020094	30,366	0,000	30,366	0,000		
Suma dobową opadów	2	0,6598	0,5171	0	0,25947	887,13	0,000	449,67	0,000	-18,6107	6,605·10 ⁻⁴⁴
				1	0,25340	437,46	0,000	437,46	0,000		
Ustłonecznienie	3	0,1714	0,9157	0	0,18862	427,96	0,000	312,70	0,000	-16,230	5,629·10 ⁻³⁸
				1	0,074150	115,26	0,000	115,26	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	2	0,1277	0,8801	0	0,25479	805,61	0,000	440,26	0,000	-18,6316	5,952·10 ⁻⁴⁴
				1	0,21656	365,35	0,000	365,35	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	3	0,4706	0,7028	0	0,18898	497,84	0,000	313,35	0,000	-16,254	4,826·10 ⁻³⁸
				1	0,11602	184,48	0,000	184,48	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	2	1,2637	0,2829	0	0,26709	891,80	0,000	465,17	0,000	-18,7068	4,098·10 ⁻⁴⁴
				1	0,24798	426,63	0,000	426,63	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	3	0,2849	0,8363	0	0,18863	407,94	0,000	312,71	0,000	-16,2288	5,671·10 ⁻³⁸
				1	0,061672	95,229	0,000	95,229	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	1,7225	0,1790	0	0,25732	742,44	0,000	445,33	0,000	-18,6071	6,726·10 ⁻⁴⁴
				1	0,18001	297,10	0,000	297,10	0,000		
Kogeneracja – Wrocław											
Średnia temperatura dobową	3	1,4784	0,2186	0	0,19417	354,10	0,000	322,95	0,000	-15,6308	2,850·10 ⁻³⁶
				1	0,020604	31,145	0,000	31,145	0,000		
Suma dobową opadów	1	0,6244	0,4295	0	0,44553	1667,2	0,000	883,44	0,000	-22,8552	3,387·10 ⁻⁵⁰
				1	0,40740	783,80	0,000	783,80	0,000		
Ustłonecznienie	4	0,9464	0,4361	0	0,14203	337,36	0,000	229,01	0,000	-14,4136	1,324·10 ⁻³²
				1	0,069905	108,34	0,000	108,34	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	1	0,0479	0,8268	0	0,41688	1578,1	0,000	807,96	0,000	-22,8612	3,353·10 ⁻⁵⁰
				1	0,40197	770,15	0,000	770,15	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	1	0,1080	0,7425	0	0,41325	1293,9	0,000	798,68	0,000	-22,8629	3,343·10 ⁻⁵⁰
				1	0,28149	495,20	0,000	495,20	0,000		
Średnia dobową prędkość wiatru	4	3,3118	0,0104	0	0,13993	440,17	0,000	225,36	0,000	-14,3291	2,427·10 ⁻⁵⁰
				1	0,13384	214,81	0,000	214,81	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	3	1,1463	0,3291	0	0,19548	447,90	0,000	325,40	0,000	-15,6591	2,359·10 ⁻³⁶
				1	0,078623	122,50	0,000	122,50	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	0,8535	0,4261	0	0,26064	753,60	0,000	452,06	0,000	-18,8891	1,687·10 ⁻³⁶
				1	0,18244	301,55	0,000	301,55	0,000		

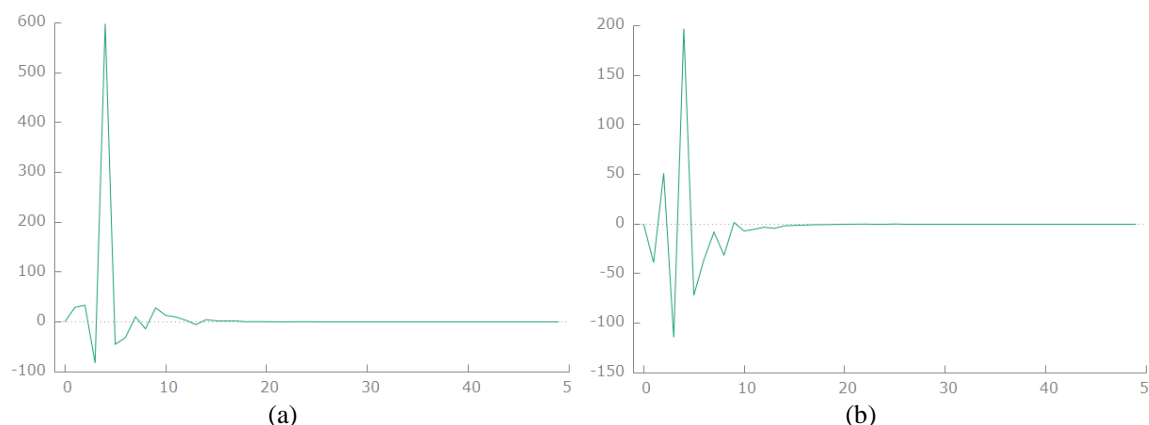
* brak danych dla danej stacji pogodowej.

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 najczęściej powtarzającą się relacją była wolumen obrotu ← średnia temperatura dobową (3/15) oraz

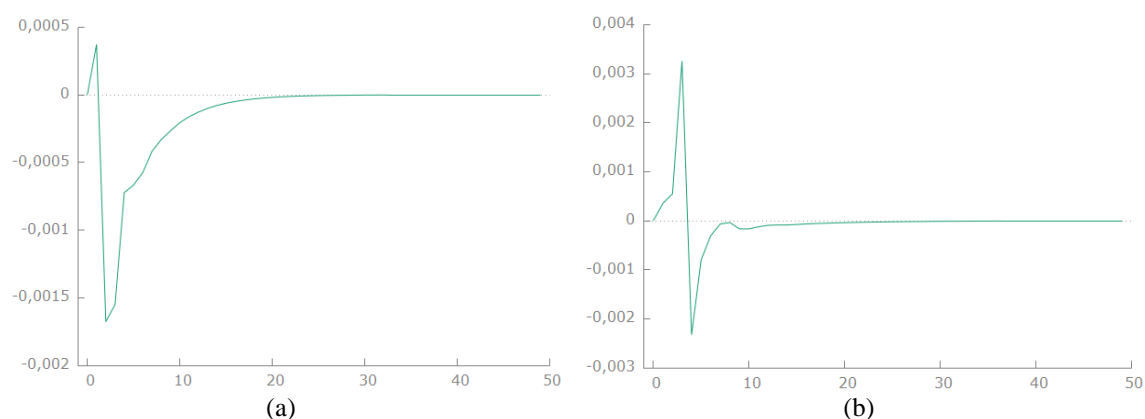
wolumen obrotu ← średnia dobowa prędkość wiatru (3/15). Dwukrotnie z kolei, można zauważyć wpływ takich zmiennych jak: suma dobowa opadów, usłonecznienie czy też średnia dobowa wilgotność względna. Mimo, że wymienione relacje nie są jednoznaczne, obrazują w pewnym zakresie oddziaływanie zmiennych pogodowych na wolumen obrotu.

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.



Rysunek 5.1. Przykładowe funkcje reakcji wolumenu obrotu dla spółki Będzin-Poznań na impuls: (a) sumy dobowej opadów; (b) czas 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 dobowa wilgotność względna.

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 objaśniająca	VAR			Test Johansena						Test Engle-Grangera	
	Opóźnienie	Statystyka F	p	rzęd macierzy	wartość własna	test λ_{trace}	p	test λ_{max}	p	statystyka T	p
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 ⁻⁴⁶
				1	0,25578	441,65	0,000	441,65	0,000		
Ustępnienie	3	0,6701	0,5704	0	0,43516	1297,0	0,000	853,97	0,000	-19,5467	8,325·10 ⁻⁴⁶
				1	0,25647	443,03	0,000	443,03	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	4	2,0181	0,0895	0	0,36893	1027,4	0,000	687,74	0,000	-18,2126	5,092·10 ⁻⁴³
				1	0,20337	339,69	0,000	339,69	0,000		
Lotos - Gdańsk											
Średnia temperatura dobową	3	1,3192	0,2665	0	0,37329	1130,1	0,000	698,57	0,000	-18,2349	4,528·10 ⁻⁴³
				1	0,25075	431,57	0,000	431,57	0,000		
Ustępnienie	4	1,1641	0,3249	0	0,35806	961,31	0,000	662,22	0,000	-16,2265	5,756·10 ⁻³⁸
				1	0,18143	299,09	0,000	299,09	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	4	1,7119	0,1448	0	0,36703	982,66	0,000	683,24	0,000	-16,2209	5,967·10 ⁻³⁸
				1	0,18161	299,41	0,000	299,41	0,000		
Skotan - Katowice											
Średnia temperatura dobową	3	0,1507	0,9292	0	0,36975	1141,6	0,000	690,16	0,000	-20,2622	4,507·10 ⁻⁴⁷
				1	0,26061	451,39	0,000	451,39	0,000		
Ustępnienie	3	1,6755	0,0899	0	0,34730	943,74	0,000	636,96	0,000	-15,7454	1,328·10 ⁻³⁶
				1	0,18574	306,78	0,000	306,78	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	5	3,1488	0,0078	0	0,33250	909,71	0,000	603,49	0,000	-15,7269	1,501·10 ⁻³⁶
				1	0,18544	306,22	0,000	306,22	0,000		
Tauron - Katowice											
Średnia temperatura dobową	3	0,2039	0,8937	0	0,36995	1132,4	0,000	690,61	0,000	-18,7265	3,721·10 ⁻⁴⁴
				1	0,25583	441,76	0,000	441,76	0,000		
Ustępnienie	3	2,4909	0,0587	0	0,25564	591,49	0,000	441,66	0,000	-18,7269	3,713·10 ⁻⁴⁴
				1	0,095304	149,83	0,000	149,83	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	2	1,9430	0,0500	0	0,33044	859,74	0,000	598,90	0,000	-15,8048	8,959·10 ⁻³⁷
				1	0,16030	260,84	0,000	260,84	0,000		
Thermo-Rex - Katowice											
Średnia temperatura dobową	4	0,8633	0,4853	0	0,31670	975,34	0,000	568,95	0,000	-18,8133	2,433·10 ⁻⁴⁴
				1	0,23816	406,39	0,000	406,39	0,000		
Ustępnienie	5	1,0270	0,4001	0	0,34280	944,17	0,000	626,72	0,000	-15,3187	2,348·10 ⁻³⁵
				1	0,19154	317,45	0,000	317,45	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	6	0,5664	0,7573	0	0,29431	738,90	0,000	520,08	0,000	-14,3211	2,572·10 ⁻³⁵
				1	0,13641	218,82	0,000	218,82	0,000		
ZE Pątnów-Adamów-Konin - Koło											
Średnia temperatura dobową	3	1,1687	0,3204	0	0,38497	1175,0	0,000	726,70	0,000	-19,5512	8,163·10 ⁻⁴⁶
				1	0,25907	448,28	0,000	448,28	0,000		
Ustępnienie	4	1,1284	0,3414	0	0,38592	1068,6	0,000	728,52	0,000	-17,5784	1,626·10 ⁻⁴¹
				1	0,20358	340,08	0,000	340,08	0,000		
Średnia dobową wilgotność względną	4	1,1366	0,3376	0	0,36625	1021,1	0,000	681,43	0,000	-17,6007	1,433·10 ⁻⁴¹
				1	0,20338	339,70	0,000	339,70	0,000		
Unimot - Opole											
Średnia temperatura dobową	5	1,6011	0,1567	0	0,28243	764,12	0,000	495,51	0,000	-15,4079	1,279·10 ⁻³⁵
				1	0,16466	268,61	0,000	268,61	0,000		
Ustępnienie	5	0,1942	0,9648	0	0,36076	938,11	0,000	668,08	0,000	-15,3976	

				1	0,16545	270,03	0,000	270,03	0,000		1,372·10 ⁻³⁵
Średnie dobowe zachmurzenie	4	0,2723	0,8959	0	0,39985	1115,0	0,000	762,80	0,000	-17,1609	1,818·10 ⁻⁴⁰
				1	0,21001	352,20	0,000	352,20	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	4	1,3190	0,2607	0	0,39574	1107,3	0,000	752,61	0,000	-17,1602	1,826·10 ⁻⁴⁰
				1	0,21136	354,74	0,000	354,74	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	6	0,8496	0,5316	0	0,30137	755,20	0,000	535,09	0,000	-14,3697	1,813·10 ⁻³²
				1	0,13716	220,12	0,000	220,12	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	6	1,8259	0,0906	0	0,24987	650,79	0,000	428,96	0,000	-14,4045	1,413·10 ⁻³²
				1	0,13816	221,83	0,000	221,83	0,000		
PKN Orlen – Płock											
Średnia temperatura dobową	2	0,3415	0,7107	0	0,44682	1548,7	0,000	885,73	0,000	-23,5063	1,337·10 ⁻⁵⁰
				1	0,35801	663,00	0,000	663,00	0,000		
Ustępnienie	4	1,4927	0,2019	0	0,36688	1004,4	0,000	682,90	0,000	-17,113	2,415·10 ⁻⁴⁰
				1	0,19360	321,48	0,000	321,48	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	7	1,0623	0,3855	0	0,28940	698,41	0,000	509,38	0,000	-12,8551	1,297·10 ⁻²⁷
				1	0,11907	189,03	0,000	189,03	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	9	1,6094	0,0975	0	0,23553	538,87	0,000	399,91	0,000	-11,1127	7,521·10 ⁻²⁷
				1	0,089102	138,96	0,000	138,96	0,000		
Będzin – Poznań											
Średnia temperatura dobową	3	0,5154	0,6717	0	0,37201	1327,6	0,000	695,53	0,000	-23,3028	1,719·10 ⁻⁵⁰
				1	0,34476	632,02	0,000	632,02	0,000		
Ustępnienie	3	0,3157	0,8140	0	0,43482	1487,6	0,000	853,06	0,000	-23,3071	1,710·10 ⁻⁵⁰
				1	0,34585	634,50	0,000	634,50	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	4	0,9332	0,4437	0	0,36905	1153,2	0,000	688,04	0,000	-20,9834	3,539·10 ⁻⁴⁸
				1	0,26755	465,17	0,000	465,17	0,000		
Enea – Poznań											
Średnia temperatura dobową	2	0,4365	0,6464	0	0,44470	1464,4	0,000	880,01	0,000	-22,5165	6,334·10 ⁻⁵⁰
				1	0,32336	584,36	0,000	584,36	0,000		
Ustępnienie	4	0,5869	0,6721	0	0,37956	1062,7	0,000	713,12	0,000	-18,0414	1,265·10 ⁻⁴²
				1	0,20863	349,58	0,000	349,58	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	1,3326	0,2621	0	0,41224	1231,0	0,000	794,50	0,000	-19,7667	3,261·10 ⁻⁴⁶
				1	0,25320	436,48	0,000	436,48	0,000		
ML System – Rzeszów											
Średnia temperatura dobową	4	0,5883	0,6713	0	0,34336	381,81	0,000	261,20	0,000	-10,2085	7,120·10 ⁻¹⁹
				1	0,17652	120,61	0,000	120,61	0,000		
Czas trwania opadu deszczu	5	1,4409	0,2076	0	0,39570	408,82	0,000	312,28	0,000	-9,29655	6,103·10 ⁻¹⁶
				1	0,14418	96,533	0,000	96,533	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	4	2,0564	0,0851	0	0,37888	418,96	0,000	295,73	0,000	-10,1933	7,980·10 ⁻¹⁹
				1	0,17998	123,22	0,000	123,22	0,000		
Średnia dobowa prędkość wiatru	4	0,6256	0,6444	0	0,37334	412,30	0,000	290,22	0,000	-10,2076	7,167·10 ⁻¹⁹
				1	0,17846	122,07	0,000	122,07	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	5	1,2802	0,2707	0	0,36187	374,94	0,000	278,52	0,000	-9,30717	5,648·10 ⁻¹⁶
				1	0,14403	96,425	0,000	96,425	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	0,5462	0,5794	0	0,47732	697,93	0,000	404,19	0,000	-15,755	1,246·10 ⁻³⁶
				1	0,37593	293,74	0,000	293,74	0,000		
PGE – Warszawa											
Średnia temperatura dobową	3	0,4157	0,7418	0	0,36547	1118,3	0,000	680,04	0,000	-19,3625	1,875·10 ⁻⁴⁵
				1	0,25408	438,24	0,000	438,24	0,000		
Ustępnienie	3	1,6534	0,1752	0	0,25511	556,27	0,000	440,61	0,000	-19,3561	1,929·10 ⁻⁴⁵
				1	0,074397	115,66	0,000	115,66	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	3	1,1135	0,3424	0	0,39355	1186,7	0,000	747,71	0,000	-19,3471	2,009·10 ⁻⁴⁵
				1	0,25444	438,96	0,000	438,96	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	3	0,7133	0,5440	0	0,37141	1130,0	0,000	694,10	0,000	-19,3177	2,293·10 ⁻⁴⁵
				1	0,25289	435,86	0,000	435,86	0,000		
PGNiG – Warszawa											
Średnia temperatura dobową	2	5,2349	0,0054	0	0,44730	1529,8	0,000	887,03	0,000	-23,7087	1,078·10 ⁻⁵⁰
				1	0,34929	642,81	0,000	642,81	0,000		
Ustępnienie	4	0,7133	0,5829	0	0,36400	1030,7	0,000	676,13	0,000	-17,6005	1,435·10 ⁻⁴¹
				1	0,21128	354,60	0,000	354,60	0,000		
Średnia dobowa wilgotność względna	2	2,2757	0,0981	0	0,50663	1701,5	0,000	1056,9	0,000	-23,7008	1,086·10 ⁻⁴¹
				1	0,35004	644,54	0,000	644,54	0,000		
	3	0,4908	0,6887	0	0,37006	1167,1	0,000	690,88	0,000	-19,9739	1,394·10 ⁻⁴⁶

Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza				1	0,27277	476,18	0,000	476,18	0,000		
Polenergia – Warszawa											
Średnia temperatura dobową	2	1,9365	0,1446	0	0,44713	1509,1	0,000	886,59	0,000	-22,7157	4,333·10 ⁻⁵⁰
				1	0,34040	622,53	0,000	622,53	0,000		
Usłonecznienie	4	0,8714	0,4804	0	0,36359	1048,1	0,000	675,16	0,000	-17,8496	3,586·10 ⁻⁴²
				1	0,22091	372,94	0,000	372,94	0,000		
Średnia dobową wilgotność względna	2	2,6845	0,0686	0	0,50785	1688,2	0,000	1060,6	0,000	-22,7127	4,356·10 ⁻⁵⁰
				1	0,34262	627,57	0,000	627,57	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	3	0,0136	0,9978	0	0,37191	1138,2	0,000	695,27	0,000	-20,5336	1,650·10 ⁻⁴⁷
				1	0,25642	442,95	0,000	442,95	0,000		
Kogeneracja – Wrocław											
Średnia temperatura dobową	2	0,0877	0,9160	0	0,44752	1540,7	0,000	887,63	0,000	-22,2746	1,051·10 ⁻⁴⁹
				1	0,35372	653,03	0,000	653,03	0,000		
Usłonecznienie	5	0,6319	0,6754	0	0,33407	920,97	0,000	607,02	0,000	-17,1305	2,176·10 ⁻⁴⁰
				1	0,18964	313,95	0,000	313,95	0,000		
Średnie dobowe zachmurzenie	3	0,3249	0,8073	0	0,44509	1310,0	0,000	880,47	0,000	-19,793	5,163·10 ⁻⁴⁷
				1	0,24971	429,51	0,000	429,51	0,000		
Średnia dobową wilgotność względna	5	1,2834	0,2684	0	0,31770	885,81	0,000	570,76	0,000	-17,1103	2,453·10 ⁻⁴⁰
				1	0,19024	315,05	0,000	315,05	0,000		
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	0,5638	0,5692	0	0,44485	1530,9	0,000	880,42	0,000	-22,2951	1,005·10 ⁻⁴⁹
				1	0,35261	650,48	0,000	650,48	0,000		

Źródło: opracowanie własne.

Istotne zależności pomiędzy stopą zwrotu a czynnikiem pogodowym (Tabela 5.6) występują znacznie częściej niż to ma miejsce przy analogicznych badaniach dla wolumenu obrotu. 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.

W przypadku analizy stopa zwrotu ← zmienna meteorologiczna czynnik w postaci średniej dobowej prędkości wiatru nie wykazał istotnego wpływu w żadnej konfiguracji. Dotyczy to zarówno analizy regresyjnej jak i przyczynowej. Po jednym przypadku notuje się dla takich zmiennych jak średnia temperatura dobową, średnie dobowe zachmurzenie oraz ciśnienie atmosferyczne. Są to prawdopodobnie bardziej ‘przypadkowe wskazania’ niż relacje godne uwagi.

Zasadne wydaje się zatem przeprowadzenie 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 zwroty podmiotów notowanych na GPW w Warszawie

Modelowanie finansowych szeregów czasowych jest współcześnie możliwe poprzez wykorzystanie szerokiej gamy modeli ekonometrycznych. Ich użyteczność ogranicza się nie tylko do poszukiwania związków przyczynowych pomiędzy zmiennymi, lecz także do prognozowania. Generalnie można w tym wypadku dokonać rozgraniczenia na modele autokorelacji szeregów stóp zwrotu jak również 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 zawierają bowiem niepewność, zmienność, nadmierną kurtozę, wysokie odchylenie standardowe, dużą skośność i czasami nienormalność (Pedroni, 2001); (Grigoletto i Lisi, 2009); (Emenogu i Adenom, 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).

Pierwszym modelem uwzględniającym zależność warunkowej wariancji procesu od jego poprzednich wartości był model *ARCH(S)* (*Autoregressive Conditional Heteroskedastic 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.

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).

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:

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

Odpowiednie dopasowanie modelu $ARCH(S)$ do danych 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:

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

Powyższa specyfikacja, podobnie jak w modelu $GARCH(S,Q)$, pozwala uniknąć sytuacji, w której reszty o różnych znakach znosiłyby się podczas operacji sumowania (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

Modele $GARCH(S,Q)$ i $NARCH(S,Q)$ mimo, że pozwalają na uwzględnienie zjawiska grupowania wariancji, nie są pozbawione pewnych wad ograniczających zakres ich stosowania (Brzeszczyński i Kelm, 2002):

- w modelach tych wariancja warunkowa nie zależy od znaku, który przyjmuje zmienna losowa ξ_t , co wynika z postaci funkcji h_t ; kierunek odchylenia nie wpływa więc na wielkość wariancji warunkowej;
- parametry γ_s modelu $GARCH$ mogą przyjmować wyłącznie nieujemne wartości co wyklucza oscylacje h_t ; wzrost wartości ξ_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 powyższych uwag często stosuje się 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 ϑ_t (Milhoj, 1987).

Innym przykładem uwzględnienia asymetrii h_t względem ξ_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* (*asymmetric 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 γ_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., Jagannathan R. i Runkle 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 Taylor'a S.J. (1986) i przez Schwert'a 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 ψ wyraża efekt wpływu rosnącej wariancji warunkowej na tempo wzrostu kursu danego instrumentu finansowego. Często wielkość ta traktowana jest 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 niejednorodnego rynku kapitałowego (*heterogenous market hypothesis, HMMH*) (Brzeszczyński i Kelm, 2002).

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

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

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

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

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

Poza omówionymi wyżej koncepcjami wyróżnia się także inne odmiany modeli ARCH, jak chociażby:

- *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 nie mają w tym wypadku zastosowania.

W blisko 50% przypadkach zmienną przyczynową dla procentowych zmian cen akcji danego podmiotu jest średnie dobowe ciśnienie atmosferyczne. 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.

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

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
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 ⁻⁰⁵	5,83394·10 ⁻⁰⁶	3,003	0,0027
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000397648	4,72061·10 ⁻⁰⁵	8,424	3,65·10 ⁻¹⁷
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 ⁻⁰⁵	7,94273·10 ⁻⁰⁶	1,999	0,0457
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000367518	2,25022·10 ⁻⁰⁵	16,33	5,79·10 ⁻⁶⁰
alpha	0,285419	0,0514400	5,549	2,88·10 ⁻⁰⁸
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 ⁻⁰⁵
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 ⁻⁰⁶	-2,923	0,0035
Ustępnienie	0,000332134	0,000138670	2,395	0,0166
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,43946·10 ⁻⁰⁵	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 ⁻¹²²
Model dla Thermo-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 dobową wilgotność względna	0,000235462	0,000100750	2,337	0,0194
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-6,66684·10 ⁻⁰⁵	2,31908·10 ⁻⁰⁵	-2,875	0,0040
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,00128077	0,000145747	8,788	1,53·10 ⁻¹⁸
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 dobową wilgotność względna	0,000108117	3,69649·10 ⁻⁰⁵	2,925	0,0034
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-8,87745·10 ⁻⁰⁶	2,76229·10 ⁻⁰⁶	-3,214	0,0013
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000554724	6,51561·10 ⁻⁰⁵	8,514	1,68·10 ⁻¹⁷
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
Średnia 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 ⁻¹⁸
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 ⁻⁰⁵	16,95	2,08·10 ⁻⁶⁴
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 ⁻⁰⁵	7,905	2,69·10 ⁻¹⁵
alpha	0,229585	0,0475051	4,833	1,35·10 ⁻⁰⁶
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	$3,73314 \cdot 10^{-05}$	10,19	$2,31 \cdot 10^{-24}$
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	$3,49 \cdot 10^{-08}$
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	$8,00977 \cdot 10^{-06}$	$6,58636 \cdot 10^{-06}$	1,216	0,2239
alpha	0,0636582	0,0221264	2,877	0,0040
beta	0,926184	0,0293886	31,52	$5,39 \cdot 10^{-218}$
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	$3,02940 \cdot 10^{-06}$	$1,39471 \cdot 10^{-06}$	2,172	0,0299
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000383591	$2,45995 \cdot 10^{-05}$	15,59	$8,06 \cdot 10^{-55}$
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	$6,77513 \cdot 10^{-05}$	-2,209	0,0272
Średnia dobowa prędkość wiatru	0,000517178	0,000204028	2,535	0,0112
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000390415	$4,03849 \cdot 10^{-05}$	9,667	$4,15 \cdot 10^{-22}$
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	$-1,31085 \cdot 10^{-05}$	$7,21020 \cdot 10^{-06}$	-1,818	0,0691
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,000336101	$3,86422 \cdot 10^{-05}$	8,698	$3,38 \cdot 10^{-18}$
alpha	0,289938	0,0673917	4,302	$1,69 \cdot 10^{-05}$

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 blisko połowie przypadków modelowanie wychodzi poza tzw. klasykę ARCH i wymaga uwzględniania asymetrii warunkowej wariancji h_t względem ξ_t w postaci zastosowania modelu progowego ARCH - TAR $CH(S,Q)$.

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

parametr	współczynnik	błąd standardowy	z	p-value
Model dla Energa, lokalizacja - Gdańsk Model: ARCH(1) [Bollerslev] (GED)				
Warunkowe równanie średniej				
Średnia dobową wilgotność względna	-0,00203412	0,00113241	-1,796	0,0725
Średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000162931	8,99308·10 ⁻⁰⁵	1,812	0,0700
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,323592	0,0194914	16,60	6,77·10 ⁻⁶²
alpha	0,311021	0,0492862	6,311	2,78·10 ⁻¹⁰
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,63635	0,0857521	19,08	3,54·10 ⁻⁸¹
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 ⁻⁷⁶
alpha	0,193388	0,0354603	5,454	4,93·10 ⁻⁰⁸
Model dla Skotan, lokalizacja - Katowice Model: ARCH(1) [Bollerslev] (GED)				
Warunkowe równanie średniej				
ustonecznienie	-0,0105601	0,00262994	-4,015	5,94·10 ⁻⁰⁵
średnia dobową wilgotność względna	-0,00397110	0,00137974	-2,878	0,0040
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000315928	9,42697·10 ⁻⁰⁵	3,351	0,0008
Równanie wariancji warunkowej				
omega	1,33918	0,0971695	13,78	3,27·10 ⁻⁴³
alpha	0,306986	0,0470149	6,530	6,60·10 ⁻¹¹
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,33756	0,0780596	17,14	8,12·10 ⁻⁶⁶
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 dobową wilgotność względna	-0,00289081	0,00150232	-1,924	0,0543
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,240484	0,0129757	18,53	1,11·10 ⁻⁷⁶
alpha	0,263899	0,0387187	6,816	9,37·10 ⁻¹²
Model dla Thermo-Rex, lokalizacja - Katowice Model: TARCh(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
ustonecznienie	-0,0180744	0,00244527	-7,392	1,45e-013
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0742542	0,000499729	-148,6	0,0000
średnia dobową prędkość wiatru	0,0650921	0,000489246	133,0	0,0000
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000415691	5,6569310 ⁻⁰⁵	7,348	2,0110 ⁻¹³
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 dobową	0,00633712	0,000591571	10,71	8,91·10 ⁻²⁷

ustonecznienie	-0,00841127	0,00109139	-7,707	1,29·10 ⁻¹⁴
średnia dobowa prędkość wiatru	0,0101396	0,00114089	8,887	6,25·10 ⁻¹⁹
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,705040	0,197424	3,571	0,0004
alpha	0,148738	0,0300770	4,945	7,61·10 ⁻⁰⁷
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 ⁻²⁷
alfa_1	0,343551	0,0520499	6,600	4,10·10 ⁻¹¹
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 ⁻¹⁵
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	0,000118405	1,35063·10 ⁻⁰⁵	8,767	1,84·10 ⁻¹⁸
Równanie wariancji warunkowej				
omega	-1,60424	0,182058	-8,812	1,23·10 ⁻¹⁸
alpha	0,512999	0,0597625	8,584	9,17·10 ⁻¹⁸
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 ⁻¹²
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,00189524	1,87175·10 ⁻⁰⁵	-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 ⁻¹⁴³
Warunkowe parametry gęstości				
ni	1,27561	0,131858	9,674	3,88·10 ⁻²²
Model dla Enea, lokalizacja - Poznań Model: TARARCH(1,1) [Zakoian] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	0,0846742	0,00212699	39,81	0,0000
ustonecznienie	-0,00570764	0,000440563	-12,96	2,19·10 ⁻³⁸
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0144399	0,000410873	-35,14	1,41·10 ⁻²⁷⁰
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 ⁻⁰⁹
alpha	0,241558	0,0307030	7,868	3,62·10 ⁻¹⁵
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: TARARCH(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 ⁻⁰⁷
czas trwania opadu deszczu	-0,00975398	0,000400132	-24,38	3,00·10 ⁻¹³¹
średnia dobową wilgotność względna	0,00375271	0,000103758	36,17	1,94·10 ⁻²⁸⁶
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,00320546	1,27732·10 ⁻⁰⁵	-251,0	0,0000
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,311104	0,0406636	7,651	2,00·10 ⁻¹⁴
alpha	0,258583	0,0345361	7,487	7,03·10 ⁻¹⁴
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 dobową wilgotność względna	0,000395156	0,000197490	2,001	0,0454
Równanie wariancji warunkowej				
omega	0,212291	0,0130917	16,22	3,91·10 ⁻⁵⁹
alpha	0,258315	0,0436922	5,912	3,38·10 ⁻⁵⁹
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 ⁻¹¹
średnie dobowe zachmurzenie	-0,0218899	0,000294880	-74,23	0,0000
średnia dobową prędkość wiatru	0,0109425	0,000248104	44,10	0,0000
średnia dobową wilgotność względna	0,00366194	6,89139·10 ⁻⁰⁵	53,14	0,0000
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	-0,000175301	2,60773·10 ⁻⁰⁵	-6,722	1,79·10 ⁻¹¹
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 ⁻¹⁸
Model dla Kogeneracja, lokalizacja - Wrocław Model: ARCH(1) [Bollerslev] (Normal)				
Warunkowe równanie średniej				
const	11,6908	6,04311	1,935	0,0530
suma dobową 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 ⁻⁵²
alpha	0,310314	0,0449759	6,900	5,22e·10 ⁻¹²

Źródło: opracowanie własne.

Dokonując z kolei opisu samych wyników, można spostrzec znaczną istotność determinant pogodowych w odniesieniu do zmiennej zależnej. Ilość pozytywnych wskazań jest wyraźnie większa niż w przypadku analizy przyczynowości dla wolumenu obrotu z wykorzystaniem analizy VAR. Jest również większa w relacji do analogicznych badań dla stopy zwrotu. Jako wyraźną determinantę, można uznać ponownie zmienną w postaci średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza. Jest to aż 10 przypadków na 15 rozpatrywanych co daje ok. 67% wskazań. Przy założonych, odpowiednio na poziomie 1%, 5% oraz 10%, progowych poziomach istotności ‘do głosu’ dochodzą również zmienne: uśonecznienie, średnia dobową prędkość wiatru oraz średnia dobową

wilgotność względna. W tym wypadku jednak skuteczność pozytywnych wskazań oscyluje pomiędzy 40% a 50%.

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’ rynku giełdowego. Dużo większy wpływ zmiennych meteorologicznych zauważalny jest w przypadku modelowania uwzględniającego zjawisko heteroskedastyczności. W klasycznych badaniach przyczynowości za pomocą modelu *ADF* bądź też analizy regresyjnej *OLS* istotność zmiennych niezależnych jest sporadyczna i nie przekracza raczej poziomu 20%.

W przekroju przeprowadzonych analiz potwierdzają się wcześniejsze spostrzeżenia. Co za tym idzie, 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 względna. 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 brakuje danych dla lokalizacji Koło oraz Płock. Częstość pozytywnych wskazań przekracza w tym wypadku 30%.

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

determinanta	Zmienna zależna				
	Stopa zwrotu			Wolumen obrotu	
	OLS	VAR	ARCH	VAR	ARCH
średnia temperatura dobowa	-	1 (7%)	3 (20%)	3 (20%)	2 (13%)
suma dobowa opadów	2 (13%)	-	5 (33%)	3 (20%)	2 (13%)
ustonecznienie	-	2 (15%)*	2 (15%)*	1* (7%)	6 (43%)*
czas trwania opadu deszczu	3 (23%)**	0	4 (31%)**	1 (8%)**	4 (31%)**
średnie dobowe zachmurzenie	-	1 (7%)	3 (23%)**	1 (8%)**	3 (23%)**
średnia dobowa prędkość wiatru	-	0	2 (13%)	3 (20%)	7 (47%)
średnia dobowa wilgotność względna	-	6 (40%)	3 (20%)	2 (13%)	6 (40%)
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2 (13%)	1 (7%)	7 (47%)	1 (7%)	10 (67%)

* brak danych z lokalizacji Koło i Płock

** brak danych z lokalizacji Rzeszów

Źródło: opracowanie własne.

Jak wskazano powyżej ciekawym spostrzeżeniem jest znaczna ‘aktywność’ zmiennej w postaci średniej dobowej wilgotności względnej. Ma ona bowiem wpływ na zmienną zależną w obydwu rozpatrywanych przypadkach. W wariancie analizy *ARCH* jest to sześć wskazań potwierdzonych dodatkowo, w znacznej mierze, przez analizę *OLS*

i *ADF* w przypadku modelowania wolumenu obrotu i w odwrotnej proporcji w odniesieniu do stopy zwrotu. Dla zmiennej określającej ilość akcji zmieniających swego właściciela duże znaczenie ma także średnia dobowa prędkość wiatru (47%) oraz usłonecznienie (43%).

Równie ciekawie przedstawiają się wyniki zestawione w Tabela 5.11. Obrazuje ona częstotliwość występowania determinanty pogodowej w przypadku modelowania *ARCH* oraz *OLS* i *ADF* (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 wariancją składnika losowego. Ponadto większą liczbą pozytywnych wskazań co do oddziaływania zmiennej meteorologicznej zauważa się w przypadku analizy zmiennej zależnej w postaci wolumenu obrotu.

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

	Lokalizacja								
	Gdańsk (2)	Katowice (3)	Koło (1)	Opole (1)	Płock (1)	Poznań (2)	Rzeszów (1)	Warszawa (3)	Wrocław (1)
	Stopa zwrotu								
średnia temperatura dobową	-	1	-	-	-	-	1	1(1)	-
suma dobową opadów	-	1(1)	-	-	1	2	-	-	1(1)
usłonecznienie	-	1(2)	-	1	-	-	*	-	-
czas trwania opadu deszczu	-	2(1)	*	1(1)	*	(1)	-	1	-
średnie dobowe zachmurzenie	-	-	*	1	*	1	(1)	1	-
średnia dobową prędkość wiatru	-	-	-	-	-	-	-	2	-
średnia dobową wilgotność względną	(1)	1(2)	1	-	(1)	-	-	(2)	1
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	1(2)	1	1(1)	-	-	1	1	-
	Wolumen obrotu								
średnia temperatura dobową	(1)	-	1	-	-	(1)	1	(1)	-
suma dobową opadów	-	-	-	-	-	1(1)	(1)	(1)	1
usłonecznienie	-	3	1	-	(1)	1	*	1	-
czas trwania opadu deszczu	1	-	*	-	*	(1)	-	3	-
średnie dobowe zachmurzenie	-	1	*	(1)	*	1	-	1	-
średnia dobową prędkość wiatru	(1)	1	1	-	1	2(1)	1	1	(1)
średnia dobową wilgotność względną	1(1)	2	-	-	-	-	-	3(1)	-
średnie dobowe ciśnienie na poziomie morza	2	2(1)	-	1	1	1	-	2	1

* brak danych dla danej stacji pogodowej.

Źródło: opracowanie własne.

Obserwując zachowanie zmiennych niezależnych w kontekście lokalizacji spółki wyraźnie zauważalne staje się wskazanie usłonecznienia jako elementu związanego ze stacją pogodową Katowice. Z kolei w przypadku Poznania największe znaczenie ma suma dobową opadów. Podobnie ma się sytuacja w przypadku Gdańska, gdzie ważną zmienną modelującą stanowi wspomniane już wcześniej średnie ciśnienie na poziomie morza. Czynniki te są równie widoczne w przypadku wymienionych wyżej Katowic.

Zasadne wydaje się również stwierdzenie, że stany pogodowe przypisane do takich miejscowości jak Katowice 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.

Generalnie jednak ciężko 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 dwu lub trzykrotnie o tyle pozostałe stacje pogodowe mają wartości jednostkowe. Trudno zatem stwierdzić w ich wypadku, że skuteczność występowania konkretnego czynnika pogodowego jest stuprocentowa. Co za tym idzie, w tego typu analizie, należałoby pokusić się o przebadanie znacznie większej liczby spółek dla danej lokalizacji. Nie to jest jednak celem niniejszego badania.

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.

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 energetyczny								
stopa zwrotu	3	3(2)	1(1)	2(1)	1(1)	2	3(3)	4(2)
wolumen obrotu	2(3)	2(2)	6	2(1)	3	6(3)	5(1)	7(1)
Sektor paliwowy								
stopa zwrotu	(1)	2	1(1)	2(2)	2		(3)	3(1)
wolumen obrotu		(1)	(1)	2	(1)	1	1(1)	3

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

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z danych zestawionych w Tabeli 5.12 notowania spółek sektora energetycznego są bardziej podatne na oddziaływanie ze strony zmiennych meteorologicznych, uwzględniając nawet fakt, że branżę energetyczną reprezentuje 10 podmiotów a paliwową 5. Zależność ta jest wyraźniejsza dla zależności wolumen obrotu ← czynnik pogodowy. W pewnym sensie, zmienne zależne sektora paliwowego są 'odporne' na oddziaływanie temperatury oraz średniej prędkości wiatru. W przypadku pierwszej wymienionej grupy spektrum oddziaływania zmiennych pogodowych jest szersze. Poniższa 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.

Wnioski

Tradycyjna teoria finansów utrzymuje, że rynek akcji jest zasadniczo racjonalny i odzwierciedla jedynie informacje ekonomiczne istotne dla wyceny aktywów. Inwestorzy zwykle zachowują się racjonalnie przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych i wybierają optymalną wagę portfela, oceniając kompromis między ryzykiem a zyskiem w ramach efektywnej metody średniej wariancji. Są to fundamentalne wnioski zarówno z teorii portfela Markowitz'a (1952), jak i modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM) Sharpe'a (1964). Jednak Lucey B.M i Dowling M. (2005) argumentują, że ta 'konsekwencjalistyczna' perspektywa jest niezgodna z rzeczywistością, głównie dlatego, że ignoruje wpływ nastrojów inwestorów na takie procesy decyzyjne.

W ostatnich latach naukowcy odkryli, że czynniki psychologiczne wydają się mieć znaczący wpływ na decyzje handlowe inwestorów na rynkach finansowych, zarówno na działalność handlową, jak i na zwroty. Wiele badań finansowych dowodzi, że kiedy ludzie czują się dobrze w wyniku 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 jakie zmienne pogodowe wpływają na zwroty, a jakie 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 zwroty akcji w krajach takich jak Polska.

Na podstawie tej swego rodzaju luki badawczej powstała zatem koncepcja niniejszej pracy. Jak wspomniano już na jej wstępie to chęć weryfikacji badań ogólnoswiatowych 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 przez różne autorytety w dziedzinie finansów behawioralnych w warunkach rynku rodzimego. Postawiono sobie za cel nie tworzenie nowych metod pomiaru przyczynowości, lecz implikację 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 mające 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 korelacyjnej, gdyż mówi o długookresowej współzależności. Do testowania omawianego zjawiska wykorzystano w dysertacji dwa klasyczne podejścia w tym zakresie a mianowicie metodę Engle'a-Granger'a (Engle i Granger, 1987) oraz metoda Johansen'a (Johansen, 1988). Ponieważ obydwie 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 AutoRegressive 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 *OLS* (*ordinary least-squares model*) 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 optymalnego. 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'a Grangera i Johansen'a wskazują na wzajemne relacje pomiędzy czynnikami pogodowymi a zmienną 'giełdową' co w znacznej mierze wyklucza chociażby testowanie za pomocą testu *VAR* czy też modelowanie *OLS*. 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)*, *ARCH(1)* bądź *GARCH(1,1)*. W znacznej części przypadków dobrze sprawdza się również *TARCH(1,1)*;
- 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;
- dużo bardziej podatny na ewentualne wpływy ze strony zmiennych niezależnych jest wolumen obrotu. W tym przypadku mamy aż cztery zmienne meteorologiczne, w przypadku których oddziaływanie przejawia się ze skutecznością przekraczającą 40% i pięć czynników pogodowych, dla których ta skuteczność przekracza poziom 30%. Zalicza się tutaj takie czynniki pogodowe jak: usłonecznienie, średnia dobowa prędkość wiatru, średnia dobowa wilgotność względna oraz ww. ciśnienie atmosferyczne;
- w mniejszym stopniu, lecz z równą skutecznością w przekroju analiz, za zmienną przyczynową można uznać czas trwania opadu deszczu. To spostrzeżenie może być o tyle istotne, że w przypadku tej zmiennej próba badawcza była pomniejszona o dwa przypadki ze względu na brak danych odnośnie wymienionej zmiennej dla dwóch stacji pogodowych;
- zmienna temperaturowa zdaje się być 'wykluczona' z grona wyraźnych determinant zachowań inwestorów giełdowych. Z podobnym wnioskiem można by się odnieść w stosunku do średniego dobowego zachmurzenia;
- istotność zmiennych pogodowych w modelowaniu nastrojów zależy w pewnym sensie od lokalizacji danej spółki giełdowej. Widać to chociażby po obserwacjach dla stacji pogodowej Warszawa, Katowice bądź Gdańsk. Katowice dla przykładu są silnie zdeterminowane przez usłonecznienie a Gdańsk przez ciśnienie atmosferyczne. Wszelkie spostrzeżenia w tym zakresie nabrałyby z pewnością na znaczeniu w przypadku zwiększenia próby badawczej;
- analizowane związki przyczynowo-skutkowe są bardziej widoczne dla spółek sektora energetycznego. Jest to zatem branża, w której wpływy stanów pogodowych mają wyjątkowe znaczenie;
- 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 czynnik 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.

Niebagatelnym 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.

Bibliografia

- 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 rationel. *Econometrica*, 21, strony 503-546.
- 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)

- 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>
- 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: Investors, Corporations, and Markets*. Wiley; 1st Edition.
- 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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.
- 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
- 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](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](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
- 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](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). *Ryne 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
- Dawnay, 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 ivestors. *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. J. 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.
- 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.
- 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.
- Dutton, J. (2002). The Weather in Weather Risk. W B. Dischel, *Climate Risk and teh Weather Market*. Risk Books.
- 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- 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., Stendardi, 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.
- 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.
- 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, strony 1-12.
- Isen, A., 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.
- 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.
- 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
- 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 Araştırmalar 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. i Yoon, S. M. (2010). Weather Effects on the Returns and Volatility of Hong Kong and Shenzhen Stock Markets. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.5379&rep=rep1&type=pdf>.
- 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.
- 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). Davranışsal 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
- 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. Pomiary, 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. (1976). The effects of enhanced personal responsibility for the aged. *Journal of*, 34, strony 191-198.
- 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
- 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
- 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
- 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). (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.
- 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.

- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital market. *Econometrica*, 34(4), strony 768–783. doi:10.2307/1910098
- 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
- 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.
- Núñez, N., Schweitzer, K., Chai, C. A. i Myers, B. (Applied Cognitive Psychology). 2015. *Negative emotions felt during trial: The effect of fear, anger, and sadness on juror decision making*, 29(2), strony 200-209. doi:10.1002/acp.3094
- 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.
- 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. (2013). 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 ©.
- 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., Giannaraki, 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: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.
- 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.
- 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.
- 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
- 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>
- Szarzec, K. (2003). Koncepcje racjonalności działania gospodarczego w teorii ekonomii. *Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny*(3), strony 155-169.
- Szyska, 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., 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. 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](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: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
- 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., Druyam, 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.
- 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). *Gielda 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. Tradycyjne teorie finansów vs. teorie finansów behawioralnych	44
Tabela 3.1. Przegląd badań literaturowych odnośnie czynników pogodowych i zależności giełdowych.	73
Tabela 3.2. Rodzaje modeli ekonometrycznych	78
Tabela 4.1. Wartości wybranych parametrów rozkładu temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w °C w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.	97
Tabela 4.2. Testy normalności rozkładów temperatury dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.	98
Tabela 4.3. Wartości wybranych parametrów rozkładu usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w godz. w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.	100
Tabela 4.4. Testy normalności rozkładów usłonecznienia dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020 na podstawie danych dziennych.	101
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.	105
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.	106
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.	108
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.	111
Tabela 5.1. Wyniki testów stacjonarności analizowanych giełdowych szeregów czasowych. ...	121
Tabela 5.2. Wyniki testów stacjonarności analizowanych pogodowych szeregów czasowych. .	123
Tabela 5.3. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego.	126
Tabela 5.4. Wyniki estymacji OLS dla stopy zwrotu w zależności od jednookresowego opóźnienia stacjonarnego czynnika pogodowego wraz z testowaniem własności składnika resztowego.	129
Tabela 5.5. Wyniki testu przyczynowości VAR dla wolumenu obrotu i czynników pogodowych.	132
Tabela 5.6. Wyniki testu przyczynowości VAR dla stopy zwrotu i niestacjonarnych czynników pogodowych.	138
Tabela 5.7. Modele klasy <i>ARCH</i>	142
Tabela 5.8. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: stopa zwrotu).	146
Tabela 5.9. Wartości parametrów i poziom istotności zmiennych niezależnych dla poszczególnych spółek (zmienna zależna: wolumen obrotu).	149

Tabela 5.10. Częstość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju stosowanych metod.	152
Tabela 5.11. Częstość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju lokalizacji spółki giełdowej.....	153
Tabela 5.12. Częstość występowania czynnika pogodowego w przypadku modelowania stopy zwrotu oraz wolumenu obrotu w przekroju sektorowym.	154

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.....	46
Rysunek 2.3. Czynniki behawioralne wpływające na decyzje finansowe.....	50
Rysunek 2.4. Funkcja użyteczności D. Kahnemana i A. Tversky'ego.....	54
Rysunek 2.5. Czynniki wpływające na decyzję inwestycyjną.....	55
Rysunek 3.1. Czynniki behawioralne w procesie podejmowania decyzji.....	66
Rysunek 3.2. Miejsce ekonometrii.....	75
Rysunek 3.3. Etapy analizy ekonometrycznej.....	77
Rysunek 3.4. Modele podejmowania decyzji.....	81
Rysunek 4.1. Sieć stacji synoptycznych w Polsce (I i II rzędu).....	92
Rysunek 4.2. Organizacja sieci meteorologicznej w Polsce.....	93
Rysunek 4.4. Schemat opracowywania prognoz pogodowych.....	95
Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla dobowej temperatury powietrza dla miasta Szczecin i Rzeszów w latach 2015-2020.....	99
Rysunek 4.6. Funkcja autokorelacji dla dobowych wartości usłonecznienia dla miasta Kołobrzeg i Katowice w latach 2015-2020.....	102
Rysunek 4.7. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych prędkości wiatru [m/s] dla głównych stacji synoptycznych w Polsce w latach 2015-2020.....	103
Rysunek 4.8. Rozkład przeciętnej dobowej prędkości wiatru w Gorzowie Wielkopolskim oraz Kielcach w latach 2015-2020 wraz z dopasowaną krzywą rozkładu Weibulla.....	104
Rysunek 4.9. Funkcja autokorelacji dla dobowej prędkości wiatru dla miasta Gorzów Wielkopolski oraz Kielce w latach 2015-2020.....	104
Rysunek 4.10. Wykres funkcji gęstości rozkładu GED oraz t -Studenta w relacji do rozkładu normalnego.....	107
Rysunek 4.11. Funkcja autokorelacji dla średniego dobowego ciśnienia na poziomie morza [hPa] dla miasta Zielona Góra oraz Olsztyn w latach 2015-2020.....	108
Rysunek 4.12. Wykresy pudełkowe (ramka-wąsy) dla dobowych wartości wilgotności względnych [%] dla stacji synoptycznych Elbląg, Lesko, Częstochowa w latach 2015-2020.....	110
Rysunek 4.13. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wilgotności względnej [%] dla stacji meteorologicznej Elbląg oraz Lesko w latach 2015-2020.....	110
Rysunek 4.14. Funkcja autokorelacji dla średniej dobowej wielkości opadów [mm] dla stacji meteorologicznej Gdańsk oraz Bielsko-Biała w latach 2015-2020.....	112
Rysunek 5.1. Przykładowe funkcje reakcji stopy zwrotu dla spółki Będzin-Poznań na impuls: (a) sumy dobowej opadów; (b) czas trwania opadu deszczu.....	137
Rysunek 5.2. Przykładowe funkcje reakcji stopy zwrotu dla spółki Skotan-Katowice na impuls: (a) usłonecznienie; (b) średnia dobowa wilgotność względna.....	137