

Wartość zagrożona jako instrument zarządzania ryzykiem pogodowym

Grzegorz Mentel



**OFICyna
WYDAWNICZA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Wydano za zgodą Rektora

Opiniodawcy

dr hab. Sebastian MAJEWSKI, prof. US
dr hab. Ryszard WĘGRZYN

Redaktor naczelny

Wydawnictw Politechniki Rzeszowskiej
prof. dr hab. Grzegorz OSTASZ

Redaktor

Marta JAGIEŁOWICZ

Skład i łamanie tekstu

Mariusz TENDERA

Projekt okładki

Grzegorz MENDEL

Dr Grzegorz Mendel jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym
Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej

value at risk

zarządzaniem ryzykiem pogodowym

pogodowe instrumenty pochodne

prognozowanie

bootstrap, backtesting

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
Rzeszów 2017

p-ISBN 978-83-7934-187-0

e- ISBN 978-83-7934-367-6

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
<https://oficyna.prz.edu.pl>

Ark. wyd. 15,12. Ark. druk. 12,50.

Oddano do druku w grudniu 2017 r. Wydrukowano w grudniu 2017 r.
Drukarnia Oficyny Wydawniczej, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
Zam. nr 160/17

*Ekonomia zależy w takim samym stopniu od ekonomistów,
jak pogoda od przewidywań meteorologów*

H.G. Wells

Spis treści

Wstęp	7
<hr/>	
1. Podstawy teorii niepewności i ryzyka	13
1.1. Próba zdefiniowania ryzyka w warunkach niepewności	13
1.2. Ryzyko i niepewność jako zjawiska obiektywne	25
1.3. Typy i rodzaje ryzyka	28
1.4. Źródła ryzyka i jego stopniowanie	44
1.5. Przyczyny niepewności	53
2. Proces zarządzania ryzykiem	59
2.1. Charakterystyka procesu. Ogólne metody zarządzania ryzykiem	60
2.2. Ilościowe ujęcie zarządzania ryzykiem	70
2.3. Modele zarządzania ryzykiem. Próba klasyfikacji	75
2.4. Współczesne teorie zarządzania ryzykiem	80
3. Zarządzanie ryzykiem pogodowym	97
3.1. Istota i cechy ryzyka pogodowego	97
3.2. Wpływ nieekstremalnych zdarzeń pogodowych na wyniki finansowe podmiotów gospodarczych	102
3.3. Zarządzanie ryzykiem nieekstremalnych zdarzeń pogodowych – etapy, metody	115
3.4. Zabezpieczanie się przed ryzykiem pogodowym. Rozwój rynku pogodowych instrumentów pochodnych	121
3.5. Wykorzystanie instrumentów pochodnych w zarządzaniu ryzykiem niekatastroficznych zdarzeń pogodowych	125
4. Czynniki pogodowe w świetle prognoz meteorologicznych	139
4.1. Prognozy meteorologiczne – koncepcja wykorzystania	139
4.2. Analiza własności instrumentów bazowych	146
4.3. Charakter zmienności indeksów pogodowych	169

5. Metody analizy ryzyka rynkowego w warunkach pogodowych	175
5.1. Zarządzanie ryzykiem pogodowym w ujęciu <i>Weather-VaR</i> . Założenia modelowania wartości zagrożonej	176
5.2. <i>Backtesting</i> procedurą weryfikującą wartość narażoną na ryzyko	193
5.3. <i>Bootstrap</i> jako kontrola nad poziomem błędu wartości zagrożonej	199
5.4. Multisezonowość danych pogodowych	203
Zakończenie	211
Bibliografia	219
Spis rysunków	235
Spis tabel	239
Streszczenie	241
Summary	243

Wstęp

Szybkie tempo rozwoju społeczno-ekonomicznego, z jakim współcześnie mamy do czynienia, nad wyraz dobitnie stawia problem podejmowania i realizacji wszelkich decyzji w warunkach niepewności. Szeroko pojęty rozwój rodzi nowe, trudniejsze problemy, których rozwiązanie wymaga stosowania coraz to doskonalszych metod działania. Gospodarowanie w warunkach niepewności odznacza się działaniem, którego wynik jest obciążony możliwością odchylenia od stanu oczekiwanego, zamierzonego. Odchylenia te powstają samoczynnie na skutek ujawniania się zmian w społeczno-ekonomicznych warunkach działania.

Przyspieszony rozwój wzmacnia tempo zmian zachodzących bezpośrednio w warunkach gospodarowania, z których część może być trudna bądź w ogóle niemożliwa do przewidzenia. Szczególnie istotne jest zatem badanie zakresu występowania niepewności i towarzyszącego jej ryzyka¹. Należy pamiętać, że ostateczny rachunek ekonomiczny, otrzymany na końcu całego procesu, musi opierać się nie tylko na wielkościach pewnych, lecz także na wielkościach przewidywanych. Im dłuższy jest horyzont czasowy planowania, tym więcej jest elementów przewidywanych, a zatem rośnie skala i zakres możliwych, pierwotnie nieprzewidywanych zmian.

Należy przy tym podkreślić, że proces rozwoju myśli pociąga za sobą powstawanie nowych koncepcji, pomysłów bądź też w znacznym zakresie próbę implementacji dotychczas stosowanych z dużym powodzeniem w innych obszarach rozwiązań walki z ryzykiem. Taki stan rzeczy sprzyja rozwojowi, postępowi i jednocześnie osiągnięciu sukcesów w tzw. procesie jego zarządzania.

¹ Mimo że zarówno definicje, jak i samo rozróżnienie ryzyka i niepewności zostało opisane w dalszej części monografii, warto podkreślić, że nie są to pojęcia tożsame. W przypadku ryzyka ewentualne zdarzenia podlegają przewidywalnemu prawdopodobieństwu, a zakres przyszłych zdarzeń jest przewidywalny. Niepewność z kolei stanowi wariant, w którym zakres przyszłych zdarzeń nie jest precyzyjny do określenia i dlatego nie można określić prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Do ryzyka można zatem podejść jak do mierzalnej niepewności, co czyni je tym samym wywołującym się ze zjawiska niepewności przez zaistnienie pewnych zdarzeń, które odpowiadają ryzyku ubezpieczalnemu i dlatego mogą być kwantyfikowane. Jest to tzw. formalne pojmowanie ryzyka. Podejście do wspomnianego kwantyfikowania ryzyka opartego na obiektywnym i statystycznym prawdopodobieństwie w pewnym sensie eliminuje niemierzalną niepewność i zagrożenie. Należy nadmienić także, że oprócz ryzyka formalnego wyróżnia się również ryzyko materialne (Kaczmarek, 2005).

Biorąc pod uwagę te spostrzeżenia, warto zwrócić szczególną uwagę na jeden z istotnych elementów decyzji finansowych, a co za tym idzie gospodarczych. Z przeprowadzonych badań wynika, że ekonomiczne skutki jego występowania bywają wyjątkowo spore² (Majewska, 2013).

Zmiany warunków pogodowych, bo o nich mowa, i ryzyko z nimi związane traktowane są często w literaturze przedmiotu jako element ryzyka operacyjnego. Wydaje się jednak, że tego typu „zaszufladkowanie” nie jest do końca precyzyjne, a można by rzec – nawet nie w pełni poprawne. W skład tak złożonej całości wchodzi zarówno zjawiska mierzalne, jak i niemierzalne. Są zatem zjawiska reprezentowane przez instrumenty rynku finansowego, czyli takie, które są przedmiotem obrotu na rynkach finansowych, jak i zjawiska trudno kwantyfikowalne, które nie mają przedstawicieli na tego typu rynkach. Chodzi tutaj m.in. o kwalifikacje pracowników czy też awaryjność urządzeń. Taka interpretacja powinna stanowić podstawę do wyodrębnienia z ryzyka operacyjnego ryzyka pogodowego, gdyż pozostałe składniki ryzyka są albo niemierzalne, albo nie mają swoich równoważników, ekwiwalentów na rynku finansowym. Możliwość przenoszenia ryzyka pogodowego na rynek finansowy pozwala więc na traktowanie tego ryzyka na równi z ryzykiem rynkowym i kredytowym (Szopa, 2012).

Takie podejście pozwala dokonać próby implementacji metod, stosowanych powszechnie i z dużą skutecznością w ograniczaniu ryzyka rynkowego, do określania skali oraz zabezpieczania się przed ryzykiem pogodowym. Często bowiem nie jest konieczne długoterminowe zabezpieczenie się przed tego typu negatywnymi zjawiskami. W tym przypadku sprawdzają się powszechne na rynku polisy ubezpieczeniowe bądź też pogodowe instrumenty pochodne. Należy jednak zaznaczyć, że polisy ubezpieczeniowe ze względu na ograniczoną pojemność rynku ubezpieczeniowego są niekiedy stosunkowo drogim rozwiązaniem. Jest to kolejny atut transferu tego typu ryzyka na rynek kapitałowy. Dodatkowym bodźcem jest to, że następstwem ryzyka pogodowego jest zmienność cen, co w pewnym stopniu usprawiedliwia rynkowe podejście do tego typu zagadnienia.

Wraz z przejściem przez rynek kapitałowy ryzyka nieekstremalnych zjawisk pogodowych pojawia się potrzeba stałego rozwoju metodologii badań nad tego typu zagadnieniem w każdym z możliwych aspektów. Zjawiska atmosferyczne, głównie zmiany temperaturowe, wpływają nie tylko na kondycję przedsiębiorstw, lecz także na popyt na nośniki energii i jej wytwarzanie. Zmienność w tym zakresie sprawia, że ceny nośników energetycznych ulegają okresowym trendom i fluktuacjom. Taka sytuacja ma miejsce głównie w przypadku lekkich zim. Z kolei chłodne lato może być przyczyną poważnych problemów, np. dla przedsiębior-

² J.S. Pollard, J. Oldfield, S. Randalls i J.E. Thornes (2008) na podstawie badań rynku europejskiego podają, że na działalność 70% firm z Wielkiej Brytanii może mieć wpływ pogoda. Dokładniejsze badania przeprowadzone na rynku amerykańskim wskazują, że 80% przedsiębiorstw jako główny czynnik realizacji zysków wskazało pogodę (Cogen, 1998). W podobnym duchu wypowiadają się dane National Research Council (2003), które wskazują, że od 25 do 42% produktu krajowego brutto Stanów Zjednoczonych jest wrażliwa na pogodę.

stwa produkującego napoje chłodzące. Istotną kwestię odgrywają również zagadnienia transportowe, logistyczne. Cały transport lotniczy i morski jest uzależniony od warunków pogodowych i dobrych ich przewidywań. Wszelkie większe odchylenia przekładają się na utrudnienia, a w konsekwencji na wyniki finansowe.

W ujęciu przedsiębiorstwa ryzyko finansowe jest generowane w wyniku działalności gospodarczej i kontaktu danego podmiotu z otoczeniem³. Wynika to z faktu, że w trakcie realizacji zadań produkcyjnych dokonuje się wymiana strumieni pieniężnych w ślad za wymianą dóbr.

Dużego znaczenia nabiera kontakt przedsiębiorstwa z otoczeniem, który formalnie odbywa się przez rynki, więzi instytucjonalne i warunki środowiska naturalnego. Ostatni z wymienionych obszarów w ujęciu warunków atmosferycznych oddziałuje na podmioty gospodarcze w sposób bezpośredni, głównie przez wielkość produkcji, jak również straty w majątku przedsiębiorstwa.

Ryzyka wynikającego ze zmian warunków pogodowych używa się zatem do opisanego pewnego rodzaju ekspozycji finansowej działalności podmiotu gospodarczego na zdarzenia pogodowe. Wspomniana ekspozycja ma charakter niekatastrofalny i bardziej oddziałuje na zyskowność niż na majątek trwały.

Jak już wspomniano, podejście rynkowe do zagadnienia ryzyka pogodowego „otwiera furtkę” przed możliwością przeniesienia metod stosowanych w procesie analizy ryzyka rynkowego w warunki meteorologiczne.

W ten sposób krystalizuje się główny cel pracy, którym jest **próba oceny skuteczności szacowania stanów pogodowych w ujęciu przedziałowych koncepcji szacowania ryzyka rynkowego**. Cel poboczny z kolei to próba skutecznej implementacji koncepcji pomiaru ryzyka rynkowego w warunki pogodowe.

Obydwa cele wynikają z dążenia do zwiększenia dokładności prognoz zmieniających się warunków pogodowych, a co za tym idzie dopracowania instrumentów mających na celu zabezpieczenie się przed niekorzystnym ich skutkiem. Wynikają również z podjętej próby rozwoju koncepcji zarządzania ryzykiem pogodowym przez poszukiwanie nowych rozwiązań finansowych przy jednoczesnej chęci odejścia od tradycyjnych, wieloletnich form ubezpieczeń. Należy tutaj przypomnieć, że wiele podmiotów bardziej narażonych jest na krótkotrwałe wahania czynników pogodowych, głównie temperatury, a formy ubezpieczeń powszechnie stosowanych proponują rozwiązania długoterminowe.

Tak określonym celom odpowiada sformułowana w pracy hipoteza badawcza głosząca, że **wykorzystanie miar rynkowych w procesie zarządzania ryzykiem pogodowym istotnie wpływa na jego ograniczanie**. Hipoteza ta zdaje się mieć o tyle merytoryczne umocowanie, że wydaje się, że zaprezentowane w dalszej części monografii analizy pozwolą nie tylko na krótkoterminowe ograniczanie ryzyka pogodowego, lecz także przy pewnych modyfikacjach na lepsze zabezpieczenie w dłuższych horyzontach czasowych. Nadmienić przy tym należy, że większość metod nie wymaga wiedzy na temat innych czynników wpływają-

³ Należy również pamiętać, że w generowaniu ryzyka istotne znaczenie odgrywają źródła wewnętrzne, jak np. człowiek czy procedury.

cych na tego typu stany. Głównym elementem takich badań jest dogłębna analiza historycznych zachowań pogodowych szeregów czasowych.

Poza ogólną hipotezą sformułowaną wcześniej określono hipotezy pomocnicze:

- implementacja rynkowych metod ograniczania ryzyka na potrzeby ryzyka pogodowego daje porównywalne bądź lepsze efekty od metod obecnie stosowanych,
- wartość zagrożona, jak i *bootstrap* stanowią elastyczną koncepcję modelowania różnorodnych zjawisk meteorologicznych,
- koncepcja wartości narażonej na ryzyko w pewnych warunkach może być stosowana do długoterminowych przewidywań zmieniających się warunków pogodowych (stożki prognozy),
- metody przedziałowe⁴ są bardziej precyzyjne w przypadku ekstremalnych zmian czynników pogodowych; otrzymane przy ich wykorzystaniu prognozy mogą być skuteczne, przy z góry założonych poziomach prawdopodobieństwa wskazań.

Realizacja celu i weryfikacja hipotez wymagały rozważań teoretycznych, metodologicznych i empirycznych. Konieczne zatem były:

- koherentna definicja pojęć ryzyka i niepewności, a więc pojęć z zakresu zarządzania ryzykiem,
- przegląd i systematyzacja metod pomiaru ryzyka, ze szczególnym uwzględnieniem metod przedziałowych,
- wskazanie empirycznych zastosowań metodologii wartości narażonej na ryzyko oraz *bootstrap* w zarządzaniu ryzykiem,
- wskazanie ograniczeń wynikających ze stosowania wymienionych metod,
- przeprowadzenie empirycznych badań związanych z modelowaniem wybranych stanów pogodowych z zastosowaniem metod przedziałowych.

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

Rozdział pierwszy dotyczy podstaw teorii w zakresie ryzyka i niepewności. Dokonując próby zdefiniowania ryzyka, położono szczególny nacisk na jego ujęcie w kontekście szans i zagrożeń. Ponadto zwrócono uwagę na rozgraniczenie pojęć ryzyka i niepewności, traktując je jako oddzielne pojęcia, a nie jak jest często przyjęte kategorie bliskoznaczne. W rozdziale tym przedstawiono także typy i rodzaje ryzyka, ze szczególnym uwzględnieniem jego czynników. Dokonano również próby jego stopniowania.

⁴ Metodologia wartości narażonej na ryzyko ogranicza się do lewego ogona rozkładu, czyli jest odpowiedzialna za tzw. negatywne efekty. Jeśli jednak wyznaczymy na jej podstawie również górną granicę, otrzymamy przedział ufności.

Rozdział drugi to studia literaturowe nad procesem zarządzania ryzykiem. Zwrócono uwagę na wszystkie etapy tego procesu, czyli rozpoznanie, ocenę, sterowanie oraz kontrolę podjętych działań. W przypadku sterowania ryzykiem, będącego w obszarze szczególnych zainteresowań, dokonano wyraźnego rozgraniczenia na podejście aktywne i pasywne⁵. Przez charakterystykę ogólnie stosowanych metod dokonano również opisu ilościowego podejścia omawianego procesu. Przedstawiono modele zarządzania ryzykiem, podejmując się jednocześnie próby ich klasyfikacji. Zwrócono także uwagę na współczesne teorie zarządzania ryzykiem.

Kolejny rozdział stanowią rozważania nad zasadniczym problemem pracy. Dotyczy on kwestii związanych z efektywnością zarządzania ryzykiem pogodowym. W rozdziale trzecim dokonano próby charakterystyki istoty i cech tego typu ryzyka oraz przedstawiono kwestie związane z powszechnie stosowanymi metodami zarządzania nieekstremalnymi zdarzeniami pogodowymi. W rozdziale tym dodatkowo scharakteryzowano problematykę związaną z relacjami tego rodzaju ryzyka do innych rodzajów ryzyka występujących w przedsiębiorstwie. Omówiono także kwestie zabezpieczenia się przed ryzykiem pogodowym, tzw. pogodowe instrumenty finansowe, a tym samym zagadnienia rozwoju pogodowych instrumentów pochodnych.

Rozdział czwarty to charakterystyka czynników pogodowych w ujęciu prognoz meteorologicznych. Ta część pracy odwołuje się do metodologii prognoz pogodowych i koncepcji ich użyteczności, jak również do statystycznej analizy rozpatrywanych bazowych instrumentów pogodowych. Rozpatrując własności wymienionych czynników, dokonano analizy rozkładów rozpatrywanych zmiennych pogodowych w celu ukazania bądź wykluczenia pewnych tendencji czy też prawidłowości. Dokonano również charakterystyki zmienności indeksów opartych na czynnikach pogodowych, mających istotny wpływ na wycenę pogodowych instrumentów pochodnych.

Zasadnicza część monografii to próba weryfikacji i oceny skuteczności różnych koncepcji wartości narażonej na ryzyko oraz metod *bootstrap* w prognozowaniu takich stanów pogodowych, jak temperatura, prędkość wiatru, opady czy też ciśnienie atmosferyczne. Dokonano analizy ryzyka pogodowego w różnych wariantach poziomów istotności oraz próby wyłonienia optymalnej metody prognozowania zarówno w ujęciu krótkookresowym jak, i długookresowym. Rozdział ten stanowi więc empiryczne studium przypadku nad implementacją rozpatrywanych metod w warunki nieekstremalnych zmian klimatycznych.

Konstrukcji pracy przyświecała idea wyodrębnienia i przedstawienia źródeł oraz natury ryzyka pogodowego, co powinno znaleźć swoje odzworowanie w procesach decyzyjnych. Można stwierdzić, że ta koncepcja może przyczynić się w pewnym stopniu do zredukowania (ograniczenia) jego ujemnego wpływu. Głównym jednak motywem do jej napisania była chęć pokazania skuteczności,

⁵ Aktywne podejście w sterowaniu ryzykiem polega na oddziaływaniu na przyczyny ryzyka, z kolei podejście pasywne koncentruje się na zabezpieczaniu przed ewentualnymi stratami.

odmiennych niż powszechnie stosowanych, metod w ograniczaniu ryzyka zmian pogodowych. W całym tym procesie należy pamiętać, że ograniczanie ryzyka jest możliwe, jeśli liczba decyzji trafnych jest większa od decyzji błędnych, a w konsekwencji, by negatywne skutki decyzji nie zdominowały ich pozytywów (Nahotko, 1997).

Przedstawiona struktura pracy i treści zawarte w poszczególnych rozdziałach stanowią o jej wartości. Publikacja łączy w sobie możliwości płynące z zastosowania miar ryzyka rynkowego w skutecznym zarządzaniu ryzykiem pogodowym, co w przedstawionym ujęciu nie jest spotykane w literaturze. Ponadto daje „narzędzie”, które pozwala na dodatkowe zabezpieczenie się przed niekorzystnymi zmianami czynników pogodowych, co w konsekwencji przekłada się na ewentualne zmniejszenie się negatywnych skutków finansowych. Przedstawione rozważania świadczą o nowatorskim podejściu do procesu zarządzania ryzykiem pogodowym. Być może dzięki przedstawionym możliwościom, płynącym z wykorzystania poruszanej w pracy koncepcji *Weather-VaR*, zostanie przyspieszony rozwój rynku pogodowych instrumentów pochodnych w Polsce. Będzie to wówczas świadczyło o jej istotnym wkładzie w rozwój nauki o finansach.

Monografia w określonym zarysie może być użyteczna dla osób, których interesuje aspekt aplikacyjny metod i modeli zarządzania ryzykiem pogodowym oraz aspekt poznawczy zarządzania ryzykiem.

1

Podstawy teorii niepewności i ryzyka

Biorąc pod uwagę zarówno przeszłe, jak i współczesne rozważania na temat ryzyka, należy wyraźnie podkreślić, że jest ono zjawiskiem powszechnym, lecz nie do końca poznanym. Stale są i będą rozwijane nowe koncepcje, które pozwalają nam lepiej poznać ryzyko, mimo że nie da się go wyeliminować z codziennych decyzji, jakie przychodzi nam podejmować. Uzyskana w ten sposób wiedza pozwala nie tyle na skuteczne jego ograniczanie, co na poznanie ewentualnych negatywnych skutków, jakie mogą mieć miejsce w pewnych sytuacjach. Właściwe zrozumienie, poznanie ryzyka i identyfikacja zagrożeń umożliwia stosowny jego pomiar, a tym samym na podjęcie skutecznych działań zmierzających do jego ograniczenia i uzyskania większego stopnia przewidywalności.

Ryzyko nie jest jednak wyłącznie zjawiskiem negatywnym, a przynajmniej nie należy go rozpatrywać tylko w kategorii zagrożenia⁶. Często przecież jest zjawiskiem inspirującym do działania, stanowi szansę na urzeczywistnienie ustalonych zamierzeń i wygenerowanie zysku, przez co przejawia się jego pozytywny charakter (Kaczmarek, 2005). Wynika to z faktu, że u źródeł każdej decyzji ryzykownej jest wartość, a raczej chęć jej pomnożenia (Wójciak, 2007).

To, czy ryzyko będzie traktowane jako szansa czy zagrożenie zależy w znacznej mierze od tego, czy jesteśmy w stanie selektywnie je podejmować czy też brak nam odpowiedniego przygotowania na jego konsekwencje. W pierwszym przypadku możemy je bowiem wykorzystać, natomiast w drugim wiele stracić.

Rozdział poświęcono głównym problemom z teorii niepewności i ryzyka, które opierają się na dostępnej literaturze. Na podstawie dotychczasowych interpretacji przedstawiono typy i rodzaje ryzyka w warunkach niepewności. Ponadto podjęto próbę scharakteryzowania jego źródeł, jak również stopniowania. W konsekwencji zwrócono uwagę na przyczyny niepewności jako zjawiska pozostającego w ścisłej synergii do ryzyka.

1.1

Próba zdefiniowania ryzyka w warunkach niepewności

Podjmując próbę zdefiniowania ryzyka, należy wcześniej dobrze zrozumieć jego istotę oraz stopień złożoności. Należy pamiętać, że podejmując decyzje, nigdy nie dysponuje się kompletnym zbiorem informacji na dany temat. Często wiedza jest powierzchowna, a tym samym niepełna. Jedyne informacje, jakie się wówczas pozyskuje, otrzymywane są w wyniku analizy danych historycznych. To na ich

⁶ Zdaniem D. McNamee ryzyko może dotyczyć zarówno pozytywnych, jak i negatywnych skutków. Większość pozytywnych konsekwencji określana jest mianem możliwości, a negatywnych – zagrożeń bądź ryzyka. Ryzyko samo w sobie nie jest ani dobre, ani złe, po prostu istnieje (McNamee, 2004).

podstawie należy przewidywać przyszłe sytuacje oraz wyniki podejmowanych decyzji. Każda decyzja, zarówno ta bieżąca, jak i ta dotycząca ewentualnych zamierzeń, opiera się na prognozie przyszłych warunków działania, a co za tym idzie – na przewidywaniach obarczonych pewną dozą niepewności. Ze względu na brak pewności co do ukształtowania się pewnych czynników w procesie podejmowania decyzji ponosi się ryzyko, że decyzja ta okaże się błędna i nie przyniesie oczekiwanych efektów. Na dodatek przewidywania dotyczące przyszłych stanów mogą być tylko przybliżeniem. Niemożliwe jest zatem określenie na podstawie danych z przeszłości czegoś więcej niż kierunków zmian i ich ekstrapolowanie w niepewną przyszłość. Niezwykle istotne jest ustalanie stopnia wiarygodności danych i przyjętych założeń w procesach decyzyjnych (Mentel, 2012).

Ryzyko należy do tych zagadnień, które są przedmiotem zainteresowania specjalistów różnych dziedzin: ekonomistów, prawników, inżynierów, techników, lekarzy itp. Każda grupa tych specjalistów interesuje się jednak ryzykiem wyłącznie na swój profesjonalny użytek. W dobie szybkiego postępu konieczna jest specjalizacja, a także integracja poszczególnych specjalności i dyscyplin naukowych. Równoległość tych dwóch procesów jest istotna. Ogólnie chodzi o prawidłowe stosowanie zasad racjonalnego gospodarowania oraz umiejętne posługiwanie się ważną kategorią dopuszczalnego ryzyka (Popławski, 1970).

Wychodząc z założenia, że ryzyko jest elementem nierozłącznym, czymś bez czego nie da się żyć i czego nie da się wykluczyć, należy zatem zastanowić się nad jego złożonością, a tym samym podjąć próby jego zdefiniowania. Należy przy tym pamiętać, że wieloznaczność i złożoność pojęcia jest na tyle znaczna, że nie jest łatwo uściślić je w jednej tylko definicji. Etymologia ryzyka nie została dotąd jednoznacznie określona. W języku perskim *rozi(k)* oznacza los, dzienną zapłatę, a także chleb. W języku arabskim *rsq* znaczy los, dopust boży. W języku hiszpańskim z kolei *ar-risco* oznacza odwagę i niebezpieczeństwo, podobnie jest w języku francuskim. Greckie *riza* i włoskie *ris(i)co* oznaczają rafę, czyli przeszkodę, którą statek powinien ominąć, niebezpieczeństwo, którego powinien unikać (Kaczmarek, 2005). W języku angielskim *risk* (fr. *risique*, niem. *Risiko*) oznacza szansę, prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia pozytywnego lub negatywnego, sukcesu bądź porażki (Nahotko, 1997). Jest to najczęściej podawane określenie. Równie często sięga się do starowłoskiego *risicare* oznaczającego odważyć się (Bernstein, 1997)⁷.

Dokonując próby podziału definicji ryzyka, można wyodrębnić kilka najczęściej spotykanych podejść w tym zakresie. W podejściu dynamicznym ryzyko można określić jako zmienność oczekiwanych przyszłych wpływów z projektowanego przedsięwzięcia (Dobija, Dobija i Kuchmacz, 1993). Zmienność w tym wypadku traktuje się jako źródło ryzyka, jego następstwem zaś są niebezpieczeństwa (szanse) w działalności gospodarczej (Nahotko, 1997). Ryzyko można zatem określić jako możliwość zrealizowania dochodu różniącego się od spodziewanego

⁷ Ponadto ryzyko można tłumaczyć jako grę w kości, a co za tym idzie jako hazard (arab. *al zahr*).

dochodu (Gardner i Mills, 1988). Takie podejście określa je jako możliwość wystąpienia straty bądź stan, w którym istnieje możliwość straty. Jest to możliwe niebezpieczeństwo jako następstwo błędnych decyzji w odniesieniu do przyszłości (Kendall, 1998).

Ponadto definiuje się je często jako niepewność w działaniu możliwą do przewidzenia za pomocą rachunku prawdopodobieństwa (metoda matematyczna) lub prawdopodobieństwa zdarzeń określonych szacunkowo na podstawie posiadanych informacji, aktualnego stanu wiedzy, doświadczenia i intuicji (Nietyksza, 1967). Ryzyko oznacza więc, że wskutek niepełnej informacji podejmowane są decyzje, które nie są optymalne z punktu widzenia przyjętego celu (Lusztyn, 2000; Holscher, 1987; Kreim, 1988). Ryzyko to zatem stopień prawdopodobieństwa zajścia zdarzeń niezależnych od podmiotu działającego, których nie może on dokładnie przewidzieć i którym nie można w pełni zapobiec, ale które przez zmniejszenie wyników użytecznych i/lub przez zwiększenie kosztów odebrałyby działaniu zupełnie bądź częściowo cechę użyteczności, korzystności i ekonomiczności (Pszczółkowski, 1978). Ta grupa definicji, zwana podejściem dyskusyjnym, zwraca uwagę na informacyjny charakter przyczyn ryzyka i traktuje je jako prawdopodobieństwo wyniku innego niż oczekiwany.

Warto jednak podejść do ryzyka jako dyspersji rezultatów rzeczywistych i oczekiwanych (Ronka-Chmielowiec, Jajuga, Kuziak i Kwiecień, 2002). W tym wypadku jest ono traktowane jako stopień rozrzutu wyników w stosunku do pozycji centralnych lub średnich. Im bardziej skupiony jest rozkład prawdopodobieństwa oczekiwanej stopy zwrotu, tym mniejsze jest ryzyko danej inwestycji. W tej koncepcji ryzyko dotyczy rozkładu zmiennej losowej, a cała koncepcja często jest określana mianem badawczej.

W literaturze przedmiotu najczęściej jednak za poprawne przyjmuje się dwa podejścia do ryzyka: niemieckie i amerykańskie. Podział ten jest konsekwencją jego ewentualnych efektów.

Większość niemieckojęzycznych ekonomistów traktuje ryzyko jako niebezpieczeństwo – możliwość wystąpienia wydarzenia szkodzącego, ograniczając je tym samym do negatywnego stanu faktycznego. Takie koncepcje spotykane są również w literaturze krajowej, w publikacjach chociażby T. Sierpińskiej i T. Jachny. Definiują oni bowiem ryzyko jako niebezpieczeństwo poniesienia straty, czyli niebezpieczeństwo niezrealizowania celu założonego przy podejmowaniu określonej decyzji (Sierpińska i Jachna, 2000).

Podejście amerykańskie odnosi się do ryzyka nieco szerzej, biorąc pod uwagę także pozytywne jego działanie, czyli obok wystąpienia straty także możliwość osiągnięcia zysku (Jajuga i Jajuga, 1996)⁸. Tworzy się dwudzielność pojęcia ryzyka, zestawiając je jednocześnie w dwu kategoriach jako (Mentel, 2012; Tarczyński i Mojsiewicz, 2001):

⁸ K. Jajuga i T. Jajuga ryzyko w tym wypadku definiują jako możliwość wystąpienia efektu działania niezgodnego z oczekiwaniami, a odchylenie od oczekiwanego rezultatu może być zarówno negatywne, jak i pozytywne.

- ryzyko czyste (*pure risk, static risk*), czyli niebezpieczeństwo strat (Skov, 1991), np. ryzyko wystąpienia pożaru w przedsiębiorstwie,
- ryzyko dynamiczne (*speculative risk, dynamic risk*), które to może przekształcić się w stratę bądź zysk.

Taka koncepcja wydaje się być jak najbardziej zasadna. Chodzi o to, aby oprócz straty widzieć w nim również szansę na osiągnięcie korzyści i zysku (Ahn i Fallon, 1991). Ryzyko może stwarzać niebezpieczeństwo, które może być następstwem ryzyka, jednym z jego skutków. Między tymi pojęciami istnieje związek o charakterze przyczynowo-skutkowym⁹.

Bez względu na sposób określenia ryzyka należy pamiętać, że jest ono kategorią związaną z działaniem, a to z kolei jest tożsame z decyzją. Powstaje jednak pytanie, czy ryzyko jest charakterystyczne dla każdego działania? Przypuszcza się, że ryzyko jest związane z każdym działaniem ściśle zależnym od informacji (Marszak i Redner, 1977). Wynika zatem, że skoro informacja pozostaje w relacji z działaniem, to działanie pozostaje w relacji z ryzykiem. Wobec tego ryzyko jest w relacji z informacją.

W całym tym aspekcie przejawia się konieczność wyjaśnienia pojęcia informacji. Podchodząc do tego zagadnienia wyjątkowo krótko, można by je określić jako sygnał czy też pewnego rodzaju wiadomość. Sygnał informacyjny reprezentuje podzbiór stanów obiektu i jego otoczenia. W sformułowaniu problemu decyzyjnego stany otoczenia muszą być opisane dostatecznie szczegółowo, aby ująć nie tylko aspekty mające znaczenie dla funkcji korzyści, lecz również te istotne dla typu informacji, na której można oprzeć działanie (Wierzińska, 1996). Reasumując, ryzyko można zdefiniować jako deficyt informacji co do możliwości osiągnięcia jednego wyznaczonego celu lub wielu celów.

Jak można zauważyć, problem ryzyka jest niezwykle szeroki, a wszelkie próby jego zdefiniowania nie dają jednoznacznych rezultatów. Precyzyjna definicja ryzyka nie istnieje. Możliwość poniesienia strat bardzo często jest utożsamiana z prawdopodobieństwem ich wystąpienia, co nie jest wcale takie istotne. Jeśli mówi się o możliwościach wystąpienia strat np. w przypadku huraganu lub trzęsienia ziemi, to ryzyka wystąpienia tego typu zjawisk nie da się zmierzyć. Z kolei jeśli stwierdzamy, że jest to prawdopodobieństwo wystąpienia strat, to według definicji ryzyko jest mierzalne i osiąga wartość z przedziału zero-jeden. Tego typu podejście prowadzi więc do traktowania ryzyka jako zmienności rezultatu zbioru okoliczności, który może wystąpić w danym miejscu i czasie. Im wyższa jest zmienność rezultatu, tym wyższe jest ryzyko.

Wskazaną różnorodność definicji ryzyka dobrze obrazuje tabela 1.1, która stanowi próbę uporządkowania różnych podejść i koncepcji.

⁹ Zwolennicy tzw. podejścia niemieckiego traktują to ujęcie jako dyskusyjne, gdyż ich zdaniem ryzyko zawiera w sobie najczęściej aspekt negatywny, przez co traktuje się je jako niebezpieczeństwo nieosiągnięcia zamierzonych celów. Z kolei pozytywny jego przejaw traktuje się już jako szansę na osiągnięcie ewentualnych korzyści bądź zysku.

Tabela 1.1. Przegląd wybranych definicji ryzyka

Źródło/autor	Definicja
A.H. Willet	Ryzyko jako niepewność wystąpienia określonych skutków stanu natury. Jest pewną obiektywną prawidłowością charakterystyczną dla świata realnego, który jednostka subiektywnie postrzega i interpretuje.
Ujęcie psychologiczne	Ryzyko to stan umysłu człowieka. Jeżeli stan ten ulega zmianie, to zmienia się również ryzyko. Ryzyko istnieje wtedy, kiedy podmiot ma świadomość jego istnienia.
I. Pfeffer	Ryzyko można mierzyć za pomocą prawdopodobieństwa, niepewność jest jego zdaniem stanem umysłu mierzonym stopniem wiary. Oba te pojęcia nie mogą być tożsame. Zakłada, że ryzyko istnieje wtedy, kiedy ktoś zdaje sobie z tego sprawę.
F. Knight, O. Lange	Ryzyko to niepewność przewidywania zdarzeń w przyszłości, wynikająca z niepełności i niedokładności danych statystycznych, na podstawie których dokonuje się szacowania przyszłości. Przyjmują istnienie niepewności mierzalnej (ryzyko) i niemierzalnej (niepewność). Podział ten opiera się na możliwości lub niemożliwości zastosowania miar statystycznych do szacowania niepewności.
J.K. Sinkey	Ryzyko to niepewność związana z przyszłymi wydarzeniami lub wynikami decyzji.
R. Holscher	Ryzyko to zagrożenie nieosiągnięcia zamierzonego zysku, wynikające z posiadania niepełnej informacji.
E. Kreim	Ryzyko oznacza podejmowanie decyzji, które nie są optymalne z punktu widzenia założonego celu ze względu na niepełną informację.
M.J. Gardnem, D.L. Mills	Ryzyko to potencjalne wahania oczekiwanego dochodu.
D.E. Fisher, R.J. Jordan	Ryzyko to niepewność przyszłego dochodu, rozkład prawdopodobieństwa przyszłego dochodu.
Komitet Bazylejski	Ryzyko bezpośredniej lub pośredniej straty wynikającej z niewłaściwych lub zawodnych procesów wewnętrznych, ludzi i systemów lub też ze zdarzeń zewnętrznych.
J. Czekaj, Z. Dresler	Ryzyko oznacza sytuację, w której przyszłych warunków gospodarowania nie można przewidzieć z całą pewnością, a znany jest rozkład ich prawdopodobieństwa. Ryzyko występuje nawet wtedy, kiedy tylko jeden z czynników sytuacji nie jest znany, a istnieje prawdopodobieństwo jego wystąpienia.
F.K. Reilly, K.C. Brown	Ryzyko to brak pewności, że jakaś inwestycja przyniesie oczekiwaną stopę zwrotu.
S. Nahotko	Ryzyko jest zjawiskiem obiektywnym, dotyczy realnych zjawisk gospodarczych, mających związek z instrumentem zagrożenia (niebezpieczeństwa), wynikającego ze zmienności (skali i dynamiki zmian) po stronie popytu, działalności konkurencji, warunków kooperacji, działań regulacyjnych państwa (podatków, ulg). Jest także zjawiskiem subiektywnym, bo jest uwarunkowane stanem wiedzy o procesach gospodarczych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: P. Krasieński (2006), *Instrumenty pochodne w zarządzaniu ryzykiem przedsiębiorstw*, Warszawa: Dom Wydawniczy Elipsa.

Wszelkie próby zdefiniowania ryzyka nie dają ogólnego ujęcia jego struktury czy charakteru. Każda definicja ogranicza się do przedstawienia kontekstu całościowego problemu. Ważne wydaje się jednak, aby ryzyko określać w ścisłej synerгии z niepewnością¹⁰. Pojęcia te często są bowiem traktowane jako synonimy, mimo że faktycznie nimi nie są.

Z przekonaniem można stwierdzić, że niekwestionowanym autorytetem w kwestii ryzyka i towarzyszącej mu niepewności jest F. Knight (1921). Według niego warunki ryzyka istnieją, jeżeli każde nasze działanie prowadzi do jednego wyniku z określonego zbioru wyników, przy czym jest znane prawdopodobieństwo zajścia każdego z nich. Natomiast warunki niepewności zachodzą, jeżeli jedno lub obydwa działania mają jako wynik zbiór określonych możliwych wyników, w którym prawdopodobieństwa tych wyników są zupełnie nieznanne lub niemożliwe do poznania (Samecki, 1967).

F. Knight wyróżnia dwa rodzaje niepewności wynikające z możliwości pomiaru. I tak, pierwszy rodzaj, który można zmierzyć, przyjęto nazywać ryzykiem. Ryzyko jest szczególnym przypadkiem niepewności dającej się ująć liczbowo. W rezultacie ryzyko występuje wtedy, kiedy czynnik danego działania lub decyzji może być określany za pomocą jednej z trzech miar prawdopodobieństwa. Knight wyróżnia trzy rodzaje prawdopodobieństwa: matematyczne (a priori)¹¹, statystyczne¹² i szacunkowe¹³. Współcześnie często dodaje się czwartą kategorię – prawdopodobieństwo hipotetyczne. Warto podkreślić, że niektórzy autorzy dokonują nieco innego rozgraniczenia tego pojęcia, uważając, że prawdopodobieństwo może być albo wymierne, albo tylko odczuwalne przez decydenta. Jednak koncepcja ta jest mniej powszechna.

Podążając za np. S. Nahotko, można przyjąć, że prawdopodobieństwo występuje tylko w trzech znaczeniach: w sensie klasycznym (apriorycznym), częstościowym oraz subiektywnym (Nahotko, 1997).

Podobnie problem niepewności i ryzyka ujmuje G.L.S. Shackle (1967), który w zasadzie akceptuje definicje sformułowane przez swojego poprzednika. Do określenia różnicy między ryzykiem a niepewnością posługuje się konstrukcją

¹⁰ Termin angielski: *uncertainty*, francuski: *incertitude*, niemiecki: *Unsicherheit*.

¹¹ Prawdopodobieństwo matematyczne polega na ustaleniu w wyniku logicznego rozumowania i operacji rachunkowych ewentualności zaistnienia zdarzenia losowego. Prawdopodobieństwo to można obliczyć za pomocą wzorów matematycznych, bez potrzeby sięgania do danych empirycznych.

¹² Prawdopodobieństwo statystyczne polega na empirycznym stwierdzeniu częstotliwości zachodzenia określonych zmian. Przeprowadzając odpowiednie operacje statystyczne, polegające m.in. na grupowaniu zdarzeń mających miejsce w przeszłości, ustala się prawdopodobieństwo określonego zdarzenia w przyszłości.

¹³ Ustalenie prawdopodobieństwa szacunkowego wystąpienia jakiegoś zdarzenia jest bardziej subiektywne, a podstawę stanowi tutaj zdobyta wiedza i doświadczenie. Może być ustalone, jeśli nagromadzona wiedza i doświadczenie pozwalają przewidzieć ewentualne odchylenia od zamierzonego efektu działania (Grzybowski, 1994).

eksperymentu¹⁴ podzielonego i niepodzielonego. Jego zdaniem w obliczu ryzyka stoimy wówczas, gdy podjęte działanie lub decyzja mogą być traktowane jako próba w eksperymencie podzielonym, tj. gdy jego wynik może być określony za pomocą jednego z trzech rodzajów prawdopodobieństwa, z których każdy opiera się na obiektywnej wiedzy. Z niepewnością natomiast mamy do czynienia, gdy działanie lub decyzja mogą być traktowane wyłącznie jako eksperyment niepodzielny, tj. gdy nie znajduje zastosowania postępowanie probabilistyczne¹⁵.

Odmienność ujęcia Shackle'a nie polega zatem na zmianie znaczenia pojęć określonych uprzednio przez Knighta, lecz na oryginalności sposobu ich definiowania. Należy podkreślić, że teoria niepewności sformułowana przez F. Knighta i G.L.S. Shackle'a była przez pewien czas wykorzystywana do badań nad ryzykiem w Polsce, m.in. przez O. Langego (1967). Według niego pojęcie niepewności stosuje się do określenia warunków, w których do przewidywania wyników danych działań nie daje się zastosować rozumowania probabilistycznego. Gdy zaś taka możliwość istnieje, wówczas używa się pojęcia ryzyka. Jedne i drugie pojęcie łączy się z niepewnością, przy czym ryzyko jest niepewnością, która daje się skwantyfikować (Popławski, 1970).

Historia badań nad ryzykiem (tabela 1.2) jako prekursora w pracach nad zdefiniowaniem ryzyka i niepewności wskazuje A.H. Willeta, który jeszcze przed Knightem w 1901 r. opublikował pierwszą koncepcję ekonomicznej teorii ryzyka¹⁶. Jako pierwszy zauważył różnorodność powszechnie używanego znaczenia terminu ryzyko i podjął próbę jego ujednoczenia. Willett uznawał ryzyko za stan otoczenia i twierdził, że ryzyko należy odnosić do stopnia niepewności, czy określony skutek w ogóle wystąpi, a nie do prawdopodobieństwa jego wystąpienia (Willett, 1951). Ryzyko rozumiane jako stan otoczenia jest obiektywne i skorelo-

¹⁴ Shackle przez eksperyment rozumie każdy przebieg działania i każdą decyzję, co do wyniku których nie ma całkowitej pewności.

¹⁵ Shackle bierze pod uwagę przede wszystkim trzeci rodzaj prawdopodobieństwa (szacunkowe), przyjmując że dwa pierwsze (matematyczne i statystyczne) są z ekonomicznego punktu widzenia mało przydatne dla teoretycznego umotywowania zjawiska ryzyka. Współcześnie trzeba dodać jeszcze typ czwarty – prawdopodobieństwo hipotetyczne.

¹⁶ Studiując literaturę przedmiotu, można zauważyć, że próby zdefiniowania ryzyka i niepewności były podejmowane już w XVIII w., kiedy to wprowadzono je do tzw. literatury ekonomicznej. Niebagatelne znaczenie w tym zakresie ma R. Cantillon, który w 1725 r. napisał książkę pt. *Essai sur la nature du commerce en général (Ogólne rozważania nad naturalnymi prawami handlu)*. Została ona opublikowana po jego śmierci w 1755 r. Już wówczas angielski ekonomista posługiwał się zarówno pojęciem ryzyka (fr. *risque* i zamiennie *hasard*), jak i niepewności (fr. *Incertitude*). W 1850 roku ukazała się z kolei pozycja J.H. von Thünera pt. *Der naturgemäße Arbeitslohn und dessen Verhältnis zum Zinsfuß und zur Landrente (Naturalna płaca robocza i jej stosunek do stopy zysku i renty gruntowej)*. Jak podaje M. Bochenek (2012), był to tom drugi trzutomowego dzieła *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie (Państwo izolowane w stosunku do rolnictwa i ekonomii narodowej)*, wydanego w latach 1826-1863. Niemiecki ekonomista wprawdzie nie zdefiniował ryzyka (niem. *Risiko*) i niepewności (niem. *Ungewißheit*), ale używał pojęcie *Gefahr*, oznaczające niebezpieczeństwo i ryzyko, i pod tym wspólnym wyrażeniem zidentyfikował dwie sytuacje, które zostały doprecyzowane przez F.H. Knighta i M. Blauga jako ryzyko i niepewność (von Thünen, 1910).

wane z subiektywną niepewnością. Łącząc pojęcie ryzyka z niepewnością i wykorzystując determinizm filozoficzny (negowanie przypadkowości procesów świata zewnętrznego), uznał, że powinno się mówić jedynie o wrażeniu lub złudzeniu przypadkowości, co jest efektem niedoskonałości wiedzy o prawach rządzących rzeczywistością (Tarczyński i Mojsiewicz, 2001).

Tabela 1.2. Chronologiczny przegląd zdarzeń mających wpływ na rozwój badań nad ryzykiem

Lata	Wydarzenie	Osoby/miejsce	Wpływ
1901	Publikacja <i>The Economic Theory of Risk Insurance</i> ¹⁷	A.H. Willet	Zauważenie różnorodności powszechnie używanego znaczenia terminu ryzyka i pierwsza próba jego ujednoczenia.
1905-1912	Ustawy kompensacyjne	Stany Zjednoczone	Przeniesienie ryzyka i odpowiedzialności indywidualnej na przedsiębiorców i rządy.
1920	Utworzenie Tanker Insurance Company Ltd.	Stany Zjednoczone	Początek rozwoju ubezpieczeń wzajemnych.
1921	Publikacja <i>Risk, Uncertainty and Profit</i>	F.H. Knight	Oddzielenie niemierzalnej niepewności od mierzalnego ryzyka.
1921	Publikacja <i>A Treatise on Probability</i>	J.M. Keynes	Zwrócenie uwagi na zależność zdarzeń gospodarczych od prawa wielkich liczb, co skutkuje powszechniejszym stosowaniem rachunku prawdopodobieństwa w naukach ekonomicznych.
1926	Pierwsza teoria gier i strategii	Jon von Neumann	Spostrzeżenie, że ważniejszym celem od chęci zwycięstwa jest dążenie do nieponiesienia strat.
1933	Kongres Stanów Zjednoczonych publikuje <i>Glass-Steagall-Act</i>	Stany Zjednoczone	Ograniczenie monopolu, a tym samym ograniczenie ryzyka.
1945	Kongres Stanów Zjednoczonych wydaje ustawę <i>McCarran-Ferguson Act</i>	Stany Zjednoczone	Przekazanie regulacji ubezpieczeniowych do poszczególnych stanów. Przemysł ubezpieczeniowy przejmuje odpowiedzialność za ryzyko swoich klientów.
1952	Publikacja <i>Portfolio Selection</i>	H. Markowitz (laureat Nagrody Nobla z 1990 r.)	Zmatematyzowanie metod mierzenia ryzyka finansowego.
1956	Publikacja <i>Risk Management. A new Phase of Cost Control</i>	R. Gallagher	Traktowanie tzw. menedżerów ubezpieczeniowych jako menedżerów ryzyka. Ważna decyzja w praktycznym formowaniu dziedziny <i>Risk Managementu</i> .

¹⁷ *The Economic Theory of Risk and Insurance* była pierwszą obszerną rozprawą ekonomiczną poświęconą ryzyku.

Tabela 1.2 (cd.)

Lata	Wydarzenie	Osoby/miejsce	Wpływ
1962	Koncepcja <i>cost-of-risk</i>	D. Barlow	Pierwsza analiza strat własnych, wypłaconych odszkodowań, kontrola kosztów administracyjnych, aktywów i posiadanych akcji.
1964	Publikacja <i>Capital Asset Prices. A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk</i>	W. Sharpe (laureat Nagrody Nobla z 1990 r.)	Powstanie modelu wyceny aktywów kapitałowych, uwzględniającego ryzyko rynkowe.
1967	Publikacja <i>Time in Economics</i>	G.L.S. Shackle	Dla określenia różnicy między ryzykiem a niepewnością wprowadza się konstrukcję eksperymentu podzielonego i niepodzielonego. Wprowadzenie trzech rodzajów prawdopodobieństwa: szacunkowego, matematycznego i statystycznego.
1972	Nagroda Nobla dla K. Arrowa (Publikacja <i>Essays in the Theory of Risk Bearing</i> , 1971) i Sir J. Hicks'a	K. Arrow i Sir J. Hicks	Stwierdzenie, że każde ryzyko można ubezpieczyć, przyjmując niezawodne funkcjonowanie prawa wielkich liczb.
1973	Powołanie międzynarodowego stowarzyszenia do studiów nad ubezpieczeniami The Geneva Association	Paryż	Organizacja zajmuje się problematyką zarządzania ryzykiem, jego ubezpieczeniem oraz innymi aspektami ekonomicznymi.
1973	Publikacja <i>The Pricing of Options and Corporate Liabilities</i>	F. Black i M. Scholes (laureaci Nagrody Nobla z 1997 r.)	Początek wykorzystania instrumentów pochodnych do zarządzania ryzykiem.
1974	Opracowanie The Circle of Risk – graficznego schematu interakcji w procesie zarządzania ryzykiem	G. Hamilton	Impuls do wykształcenia się zintegrowanego procesu zarządzania ryzykiem.
1975	Powstanie Risk of Insurance Management Society (RIMS), właściwie zmiana nazwy z American Society of Insurance management	Stany Zjednoczone	Powołanie w wielu krajach na całym świecie siostrzanych stowarzyszeń pod nazwą International Federation of Risk and Insurance Management Association (IFRIMA).
1979	Publikacja <i>Prospect Theory. An Analysis of Decision under Risk</i>	D. Kahneman (laureat Nagrody Nobla z 2002 r.) i A. Tversky	Początek wykorzystania narzędzi psychologicznych w zarządzaniu ryzykiem.

Tabela 1.2 (cd.)

Lata	Wydarzenie	Osoby/miejsce	Wpływ
1980	Utworzenie towarzystwa The Society of Risk Analysis (SRA)	Stany Zjednoczone	Towarzystwo przyczynia się do propagowania problematyki zarządzania ryzykiem i doskonalenia określonych regulacji prawnych. Początek wydawania kwartalnika „Risk Analysis”.
1982	Publikacja <i>Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation</i>	R. Engle (laureat Nagrody Nobla z 2003 r.)	Początek wykorzystania modeli dynamicznych do pomiaru ryzyka.
1982	Wygłoszenie wykładu pt. <i>Zarządzanie ryzykiem w polityce</i>	W. Ruckelshaus	Problematyka zarządzania ryzykiem została wprowadzona do polityki.
1986	Powołanie Institute for Risk Management	Londyn	Po kilku latach z inicjatywy G. Dicksona uruchomiono międzynarodowy program edukacyjny dla specjalistów do spraw zarządzania ryzykiem.
1987	19 października 1987 r. „czarny poniedziałek”	Stany Zjednoczone	Rozchwianie rynków kapitałowych, utrzymujące się do dzisiaj na giełdach światowych.
1987	Publikacja <i>Managing Risk. Systematic Loss Prevention for Executives</i>	V. Grose	Publikacja dotyczy wyceny ryzyka akcji i zarządzania nim.
1988	Umowa Bazylejska I	Bazylejski Komitet ds. Nadzoru Bankowego	Opracowany zestaw regulacji kapitałowych dla banków ustanowił minimalne standardy nadzorcze na obszarach, na których jest to wskazane.
1990	Start INDOR The International Decade for Natural Disaster Reduction	Sekretariat ONZ	Dziesięcioletni program badania przyczyn i skutków katastrof naturalnych, a także sposobów zapobiegania tym katastrofom.
1993	Pierwszy tytuł <i>Chief Risk Officer (CRO)</i>	J. Lama z GE Capital	Wyeksponowanie funkcji menedżera zajmującego się różnymi aspektami ryzyka.
1995	Publikacja pierwotnej wersji <i>Risk Management Standard AS/NZS 4360</i>	Australia i Nowa Zelandia	Powstawanie innych standardów oraz usprawnienie procesu zarządzania ryzykiem. Połączenie różnych aspektów i rodzajów ryzyka.
1996	Początek działalności GARP The Global Association of Risk Professionals	Stany Zjednoczone	Organizacja skupia menedżerów ryzyka kredytowego, walutowego, stóp procentowych i inwestycji kapitałowych.

Tabela 1.2 (cd.)

Lata	Wydarzenie	Osoby/miejsce	Wpływ
1996	Publikacja <i>Credit Metrics</i>	J.P. Morgan	Opracowano miary zagrożenia dla instytucji finansowych, które dały początek wykorzystaniu miar zagrożenia w zarządzaniu ryzykiem.
1996	Publikacja <i>Against the Gods. The Remarkable Story of Risk</i>	P.L. Bernstein	Książka umożliwia zrozumienie istoty ryzyka i potrzeby zarządzania nim.
2004	Umowa Bazylejska II	Bazylejski Komitet ds. Nadzoru Bankowego	Podano trzy filary zarządzania ryzykiem: ustalenie minimalnych wymogów kapitałowych w odniesieniu do ryzyka (rynkowego, kredytowego i operacyjnego), wprowadzenie analizy nadzorczej oraz wprowadzenie dyscypliny rynkowej.
2009	Dyrektywa Wyplacalność II (<i>Solvency II</i>)	Parlament i Rada Europejska	Większa kontrola sposobów zarządzania ryzykiem przez firmy ubezpieczeniowe (uwzględnienie wpływu nowych tendencji, inżynierii finansowej, standardów sprawozdawczości).
2010	Umowa Bazylejska III	Bazylejski Komitet ds. Nadzoru Bankowego	Zaostrzenie wymogów regulacyjnych dla banków może skutkować zmniejszeniem rentowności inwestycji w aktywa bankowe oraz koniecznością poszukiwania kapitału po wysokim koszcie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: T.T. Kaczmarek (2005), *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem*, Difin, Warszawa; A. Majewska (2013), *Instrumenty pochodne jako narzędzia wspomagające zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*, Szczecin.

W warunkach polskich badania nad omawianym problemem prowadził swego czasu B. Minc (1969; 1975; 1982). Studiując jego prace, można dojść do wniosku, że w odniesieniu do problemu ryzyka najbliższym mu było do ujęcia F. Knighta. Według Minca ryzyko to możliwość powstania odchyleń od zamierzonych efektów działania, przy czym odchylenia te podlegają prawu wielkich liczb i mogą być przewidziane dzięki zastosowaniu rachunku prawdopodobieństwa. Natomiast przez niepewność Minc rozumie możliwość powstawania odchyleń od zamierzonych efektów działania, przy czym odchylenia te nie mogą być przewidziane z żadnym określonym stopniem prawdopodobieństwa.

Dość wyjątkowe podejście do problematyki posiada W. Sadowski. Jego zdaniem czynienie wyraźnego rozróżnienia pomiędzy ryzykiem a niepewnością nie służy żadnym celom (Sadowski, 1977). Wydaje się, że zdanie Sadowskiego wynika z krytycznego podejścia do koncepcji traktującej ryzyko jako kategorię mierzalną, niepewność zaś jako kategorię niemierzalną. Według zarówno Sadowskiego (1977), jak i J. Kozielskiego (1963) takie podejście budzi pewne zastrze-

zenia. Przyjęcie kryterium mierzalności jako jedynego i wystarczającego do odróżnienia ryzyka od niepewności prowadzi do złudzenia, że działania w warunkach ryzyka są działaniami quasi-pewnymi. Tymczasem w teorii podejmowania decyzji podział sytuacji decyzyjnych, w których wynik działania jest niepewny, na sytuacje ryzykowne i niepewne jest krytykowany jako niejasny i w zasadzie nieużyteczny.

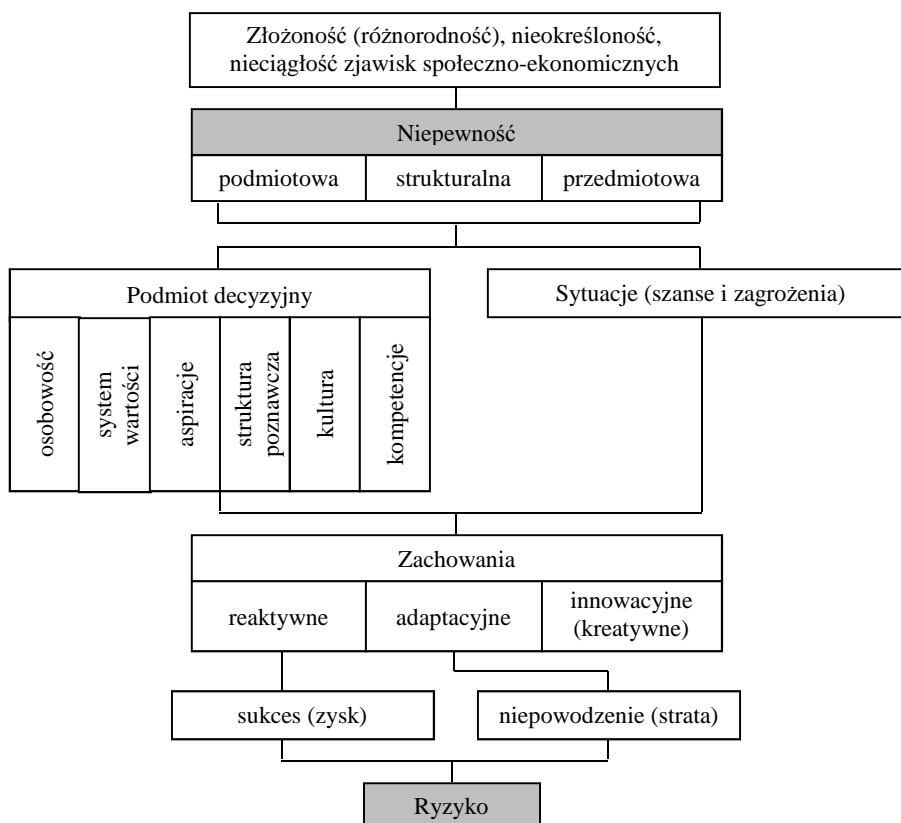
Niebagatelny wkład w tzw. polską szkołę ryzyka ma W. Grzybowski (1967; 1994; 1995). On również podjął próbę określenia ryzyka i niepewności. Według Grzybowskiego niepewność odnosi się zawsze do celu, jaki sobie stawiamy, podejmując określone przedsięwzięcie. Jeśli przez cel podejmowanego przedsięwzięcia rozumie się jego końcowy efekt, to niepewność odnosi się zawsze do efektów i wyraża, w jakim stopniu zamierzone przedsięwzięcie jest w pełni wątpliwe – prawdopodobne. Zdaniem W. Grzybowskiego omawiane pojęcia nie są synonimami, co sugerowano już na wstępie podrozdziału, mimo że ich wspólną cechą jest, że są skutkiem tzw. „dewiacji” od stanów oczekiwanych. Uważa on, że nie wszystkie odchylenia mają ten sam charakter, czyli są jednokierunkowe, gdyż wyróżniamy odchylenia zarówno ujemne, jak i dodatnie.

K. Jędralska (1992) również dokonuje próby opisu relacji pomiędzy niepewnością a ryzykiem. Zależności te w sposób syntetyczny ukazane są na rysunku 1.1.

Odnosząc się do niepewności, K. Jędralska wyróżnia tzw. niepewność zewnętrzna (egzogenna), opartą na złożoności, nieokreśloności, nieciągłości zjawisk społeczno-gospodarczych, oraz niepewność wewnętrzną (endogenną), w której wskazuje kilka kategorii. Jedną z nich jest niepewność podmiotowa, wynikająca z ograniczeń poznawczych decydenta (de Wit i Meyer, 2007), zachowania ludzi jako źródła niepewności systemu, kolejną zaś niepewność przedmiotowa, związana z dynamiką zasobów, kompetencji i umiejętności, a zasadniczo z ich ograniczonością bądź też nadmiarem oraz utratą ich kontrolowalności (rzeczy jako źródła niepewności systemu). W ujęciu tym, zwanym strukturalnym, często wyróżnia się również tzw. niepewność relacyjną, kształtowaną przez dynamikę zmian otoczenia przedsiębiorstwa i utrudnioną przewidywalność zachowań poszczególnych grup interesariuszy.

Ujęcie procesualne przedstawione przez K. Jędralską pozwala wyróżnić także niepewność strukturalną zachodzącą w sytuacji, gdy istnieje możliwość zidentyfikowania łańcucha zależności przyczynowo-skutkowych odnoszących się do analizowanych zdarzeń (Mesjasz, 2008).

Przez wyszczególnienie podmiotów decyzyjnych oraz pojawiających się stale szans i zagrożeń w opisie zależności pomiędzy niepewnością a ryzykiem doszukuje się również konkretnych modeli zachowań, tj. reaktywnych, adaptacyjnych oraz innowacyjnych. Całość tworzy schemat, z którego wynika, że ryzyko jest rezultatem niepewności, a między tymi kategoriami istnieje ścisła synergia. Ujmując dokładnie, ryzyko jest funkcją niepewności – im większa niepewność,



Rysunek 1.1. Ryzyko i niepewność – zależności

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Jędralska (1992), *Zachowania przedsiębiorstw w sytuacjach niepewnych i ryzykownych*, Prace Naukowe AE, Katowice.

tym wyższe ryzyko podejmowanych działań. Zjawisko niepewności uświadomione przez podmioty gospodarujące przekształca się w ryzyko (Olkiewicz, 2012).

1.2

Ryzyko i niepewność jako zjawiska obiektywne

Dokonując aproksymacji wszystkich wcześniej omówionych definicji, ryzyko można określić jako sytuację, w której przyszłych warunków gospodarowania nie można przewidzieć z całą pewnością, znany jest jednak rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia tych warunków (Mentel, 2012). W tym rozumieniu ryzyko jest zjawiskiem:

- obiektywnym – dotyczy wówczas realnych zjawisk gospodarczych; wiąże się z istnieniem zagrożenia (niebezpieczeństwa) wynikającego ze zmien-

ności; stanowi możliwy margines błędu względnego odchylenia straty rzeczywistej w stosunku do wielkości oczekiwanych; objawia się tym, że w tych samych warunkach różne podmioty działające na rynku finansowym podejmują decyzje o różnym stopniu ryzyka (Sangowski, 1998),

- w pewnym sensie subiektywnym – uwarunkowanym stanem wiedzy decydenta o procesach gospodarczych; występuje wtedy, kiedy zasób informacji o skutkach decyzji nie jest pełny,
- dwuznacznym – gdyż stwarza szanse powodzenia, ale równocześnie grozi niepowodzeniem; ponadto może być motywem podejmowania działania bądź do niego zniechęcać,
- mierzalnym – skalę ryzyka można określić, opierając się na empirycznych badaniach statystycznych,
- charakteryzującym warunki podejmowania decyzji,
- dynamicznym – związanym ściśle ze zmianami ekonomicznymi, organizacyjnymi i technologicznymi; są to zmiany cen, moda, gusty konsumencie, kryzysy gospodarcze itp.; warunki podejmowania decyzji mogą ulegać zmianom w trakcie prowadzonej działalności gospodarczej.

Wszystkie wymienione określenia charakteryzują w większym bądź mniejszym stopniu ryzyko. Skupiając uwagę na dwóch pierwszych określeniach kategoryzujących omawiane zjawisko, wydaje się, że w literaturze ryzyko jest raczej zgodnie traktowane jako zjawisko obiektywne, przynajmniej przez większość ekonomistów. Tego typu ujęcie bardziej przychyła się zatem do koncepcji F.H. Knighta. Aby dowieść obiektywnego charakteru ryzyka, trzeba potraktować je w ścisłej synergii z niepewnością. W celu udowodnienia wymienionych tez trzeba dowieść, wykazać, że niepewność też jest zjawiskiem w znacznej mierze obiektywnym. Wydaje się to niezwykle trudne, a wręcz niemożliwe.

Klasyczne podejścia do niepewności i ryzyka wskazują, że pierwsza z wymienionych jest wielkością subiektywną i powinna być wyraźnie odróżniona od ryzyka. Z kolei ryzyko rozumiane jako możliwe odchylenia od równowagi, które mogą być obliczone i od których można się ubezpieczyć, określa się jako pojęcie obiektywne. W ten sposób mamy wyraźne przeciwstawienie niepewności jako wielkości subiektywnej obiektywnemu charakterowi ryzyka.

Obiektywny czy subiektywny charakter rozpatrywanych pojęć jest związany z charakterem przyczyn, które wywołują te zjawiska. Wydaje się, że kluczem do odmiennego argumentowania charakteru niepewności od ryzyka jest to, że zmiany w procesie gospodarowania są w znacznej mierze inherentną cechą tego gospodarowania.

Kwestia obiektywności ryzyka jest raczej niepodważalna. Jest ono bowiem ściśle związane ze zdarzeniami losowymi, które z natury mają charakter obiektywny. Ta obiektywność przejawia się nie tylko w tym, że zdarzenia te podlegają działaniu prawa wielkich liczb, o czym już wspomniano, i mogą być przewidziane za pomocą rachunku prawdopodobieństwa, lecz także w tym, że ich obiektywny charakter tkwi w samej losowości.

Odnosząc się do niepewności, należy stwierdzić, że jej przyczyny są umocowane w samym procesie rozwoju gospodarczego, a tym samym w zmienności warunków gospodarowania w dłuższych przedziałach czasowych. Ze względu na brak możliwości posługiwania się tutaj rachunkiem prawdopodobieństwa, a zatem bardziej precyzyjnym narzędziem oceny, są one trudne bądź też niemożliwe do przewidzenia. Nie można jednak powiedzieć, że przesądza to o braku obiektywności pojęcia niepewności, gdyż sam rozwój gospodarczy i związane z nim zmiany w warunkach gospodarowania mają charakter obiektywny¹⁸. Zarówno postęp techniczny, organizacyjny, jak i wszelkie zmiany w gospodarowaniu stanowią poważne źródło niepewności. Owszem, tego typu koncepcja jest może zbyt filozoficzna, jednak nie można stanowczo stwierdzić, że jest nieprawdziwa.

Będąc w ścisłej relacji z przedstawionymi stwierdzeniami, należy podkreślić, że niepewność można stopniowo ograniczać, jednak nie można jej całkowicie eliminować. Rozwój nauki, postęp technologiczny i organizacyjny oraz doskonalenie metod planowania pozwalają na dokładniejsze przewidywanie przyszłych stanów gospodarczych. Planowanie jest wprawdzie dokładniejsze, nie świadczy jednak o tym, że jest bezbłędne. Absolutna doskonałość w tym zakresie jest nie do osiągnięcia.

W całej interpretacji niepewności istotnym problemem jest kwestia dokładności oceny skali niepewności. Chodzi tutaj o zagadnienie stosowania miar niepewności. W przypadku odchyłeń, które można obliczyć, stosując rachunek prawdopodobieństwa związanych bezpośrednio z ryzykiem, ocena jest raczej ścisła i wolna od elementów subiektywnych. Natomiast w wariancie tych, w przypadku których rachunek prawdopodobieństwa nie ma zastosowania, mówi się często o tzw. niepewności zupełnej, chociaż trafniej byłoby określić to jako niepewność niemierzalną. Pierwsze określenie sugeruje bowiem, że nie są w ogóle znane możliwości realizacji podejmowanego przedsięwzięcia. Doskonale jednak wiemy, że nie jest to prawdą, gdyż możliwości te nie są tylko dokładnie znane.

W sukurs warunkom niepewności niemierzalnej przychodzi teoria gier strategicznych (Marcinkowska, 2009). Pozwala ona na większą obiektywizację niepewności, jednak nie całkowitą, gdyż nie formułuje zasad mierzenia niepewności.

¹⁸ K. i T. Jajuga piszą: „Niepewność uważamy za immanentną cechę rzeczywistości wynikającą z wielkiej liczby, złożoności i zmienności podmiotów, z zależności zachodzących między nimi i w ich otoczeniu oraz ograniczonej możliwości kontrolowania przez ludzi czynników kształtujących rzeczywistość. Wobec tego można mówić o niepewności natury, zwanej też niepewnością obiektywną, zewnętrzną, egzogeniczną lub niezależną. Źródłem tej niepewności jest zatem środowisko zewnętrzne, w którym zachodzą procesy wymykające się z precyzyjnemu przewidywaniu i kontroli. Z kolei termin ryzyko będziemy odnosić do decyzji, a właściwie do działania podjętego w jej wyniku. Można mówić o podejmowaniu ryzykownych decyzji. Według tej koncepcji ryzyko decyzji wynika nie tylko z niepewności natury. Ryzyko decyzji w sytuacjach decyzyjnych z identycznym poziomem niepewności natury może być różne dla różnych decydentów. Poziom ryzyka związanego z daną decyzją zależy bowiem nie tylko od niepewności natury, ale i stosunku decydenta do ryzyka, tzn. od skłonności podejmowania decyzji ryzykownych. Można przeto powiedzieć, że na ryzyko decyzji inwestycyjnej wpływają: ryzyko wynikające z niepewności natury, ryzyko wynikające ze stosunku inwestora do ryzyka” (Jajuga i Jajuga, 1996).

Jej wykorzystanie nie jest wprawdzie znikome, możliwa jest w zastosowaniu tylko wtedy, kiedy istnieje możliwość postawienia hipotezy co do rozkładu prawdopodobieństwa zrealizowania przedsięwzięcia. Budowanie w tym przypadku macierzy wypłat (ewentualnych strat i zysków) wymaga szacunkowego określenia rozmiarów niepewności i kierunków potencjalnych odchyień. Wspomniane szacunkowe określenie prawdopodobieństwa, możliwych pozytywnych bądź negatywnych skutków jest warunkiem wyboru odpowiedniej strategii działania.

Rozpatrywana teoria określa jedynie zasady postępowania jednostek i zespołów w warunkach niepewności i nie uwalnia od subiektywizmu w ocenie rozmiarów niepewności. Oceniany stopień realności planowanych przedsięwzięć może się różnić dla poszczególnych jednostek gospodarujących. Często różnice te mogą być znaczące. Przyczyn takiego stanu można upatrywać w wielu czynnikach. Jednym z nich są wewnętrzne predyspozycje i stopień tzw. zachowawczości w stosunku do sytuacji niepewnych. Niektóre jednostki są skłonne przyjmować postawy bardziej zachowawcze, dążąc do standardu poziomu niepewności możliwie minimalnego, inne z kolei charakteryzują się mało zachowawczą postawą i są bardziej skłonne podejmować ryzyko (Ronka-Chmielowiec, Jajuga, Kuziak i Kwiecień, 2002). W praktyce trzeba jednak brać pod uwagę nie tylko różnice właściwości osobowości ludzkiej, lecz także różnice w kwalifikacjach zawodowych. Prawdopodobnie osoby o wyższych kwalifikacjach zawodowych będą trafniej oceniały warunki działania i możliwości osiągnięcia ewentualnych korzyści.

Jak stwierdził J.M. Keynes (1921), życie jest grą strategiczną. Stale musimy podejmować decyzje obciążone ryzykiem. Często wybieramy rozwiązania stanowiące pewien kompromis. Wybieramy zwykle lepsze rozwiązanie, przynajmniej tak uważamy.

Kończąc rozważania nad charakterem omawianych pojęć, należałoby podkreślić, że wszelkie ryzyko jest skutkiem niepewności. Kiedy efekty podejmowanych decyzji są pewne lub niemożliwe w realizacji, to nie może być mowy o żadnym ryzyku. Jednocześnie należy podkreślić, że stwierdzenia o ryzyku będącym skutkiem niepewności nie można odwrócić, gdyż może wystąpić niepewność bez podejmowania ryzyka. Reasumując spostrzeżenia, słuszne wydaje się określenie, że ryzyko i niepewność są zjawiskami mającymi obiektywny charakter (Nahotko, 1997).

1.3

Typy i rodzaje ryzyka

Aby rozwinąć i lepiej zrozumieć istotę ryzyka oraz stworzyć mocne podstawy do jego analizy, należy wyodrębnić jego części składowe. C.A. Williams Jr., G.L. Head, R.C. Hom oraz G.W. Goldenning (1991) wyróżniają trzy jego elementy:

- przedmiot,
- siły sprawcze,
- potencjalny wpływ strat i szkód na sytuację finansową przedsiębiorstwa.

Przedmiotem ryzyka mogą być wartości materialne i niematerialne, mogą to być również ludzie oraz warunki, w jakich przyszło im egzystować. Bardzo często to samo ryzyko obejmuje różnorodne sfery działania tego samego podmiotu oraz wiele elementów jego struktury organizacyjnej. Siły sprawcze oraz ewentualne niebezpieczeństwa można z kolei podzielić na:

- naturalne związane ze stanami natury, tj. trzęsienia ziemi czy też powodzie itp.,
- zależne od ludzi i przez nich spowodowane (wandalizm, kradzieże itp.),
- czysto ekonomiczne związane z takimi zjawiskami, jak inflacja czy też zmiany gustów konsumentów.

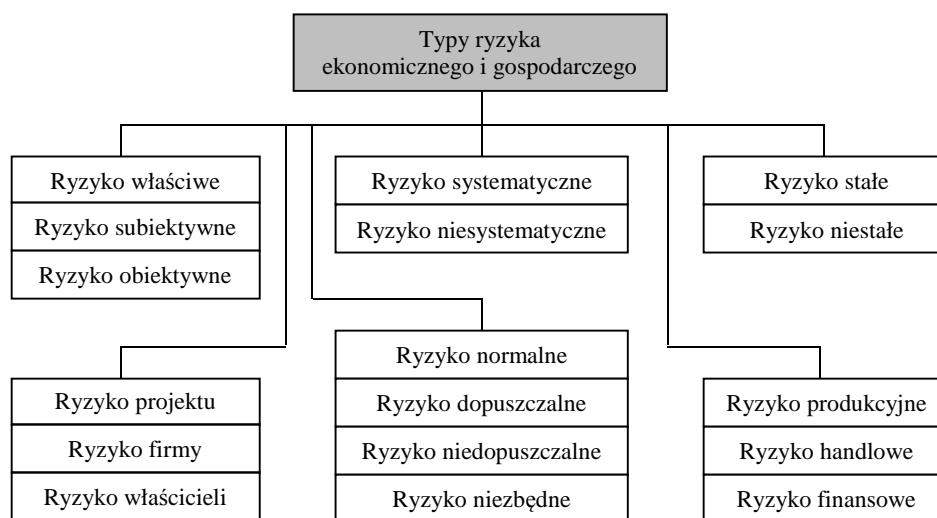
Analizując te sytuacje, nasuwa się podział ryzyka na tzw. ryzyko czyste i spekulacyjne. Kryterium podziału w tym wypadku stanowi ewentualny skutek. Pierwsze z wymienionych dotyczy sytuacji, gdy zachodzi prawdopodobieństwo wystąpienia szkody lub jej braku. Jego zrealizowanie powoduje tylko stratę, a niezrealizowanie nie daje żadnych korzyści majątkowych. Drugie z wymienionych jest rodzajem ryzyka świadomego, pojawia się, gdy wystąpi albo korzyść, albo szkoda. Przyjmuje się, że ryzyko czyste jest niezależne od woli człowieka, który jedynie może odczuć jego skutki, w przypadku zaś ryzyka spekulacyjnego jego powstanie to wynik wyboru dokonywanego przez podmiot decydujący się na jego podjęcie (Adamska, 2014).

Inny podział, bardzo często stosowany i będący zarazem jednym z jego typów, uwzględnia tzw. ryzyko systematyczne oraz niesystematyczne (specyficzne) (Wilimowska, 1993). Tego typu rozróżnienie dokonuje się ze względu na możliwość dywersyfikacji (Siegel, Shim i Hartman, 1999) i stanowi ono jeden z elementów ryzyka ekonomicznego i gospodarczego (rysunek 1.2). Ryzyko niedywersyfikowane (wskazane jako pierwsze) odnosi się do tych czynników, które wpływają na zysk wszystkich porównywalnych inwestycji. Przykładowo, kiedy cały rynek rozrasta się wzrastają również ceny większości poszczególnych papierów wartościowych. Istnieje stały związek między zyskiem z poszczególnych walorów i zyskiem ze wszystkich innych walorów w tej samej klasie (tzn. wszystkich innych porównywalnych walorów). Ze względu na istnienie ryzyka systematycznego dywersyfikacja portfela przez nabywanie porównywalnych papierów nie redukuje źródła ryzyka (Tarczyński i Mojsiewicz, 2001). Reasumując, odpowiada ono tej części zmienności zwrotu z papieru wartościowego, której przyczyną są zmiany rynkowe. Ryzyko niesystematyczne jest natomiast unikatowe dla każdego papieru wartościowego. Obejmuje obszar działania danego podmiotu i może być przez ten podmiot kontrolowane. Za najważniejsze przyczyny tego ryzyka uznaje się: zarządzanie firmą, konkurencję, dostępność surowców, płynność, bankructwo firmy (Mayo, 1997).

W ryzyku specyficznym możemy wyróżnić ponadto dwie grupy ryzyka: związane z działalnością gospodarczą i finansowe. Pierwsze wiąże się z naturą przedsięwzięcia gospodarczego jako takiego, drugie jest ściśle związane ze źródłami finansowania firmy. Wśród źródeł ryzyka systematycznego możemy wy-

różnić: ryzyko rynkowe związane bezpośrednio z tendencją podaźania cen akcji za ogólnym trendem rynku; ryzyko stopy procentowej wynikające z niepewności co do zmian stóp procentowych, prawdopodobieństwa poniesienia starty spowodowanej wzrostem stopy procentowej; ryzyko stopy reinwestycyjnej związane z reinwestycją dochodów z kapitału na niższy procent niż początkowo uzyskany; ryzyko siły nabywczej, czyli ryzyko zmniejszenia siły nabywczej aktywów i dochodu przez przyszłą inflację; ryzyko kursowe, które występuje w momencie niepewności co do zmian wartości walut (Kaczmarek, 2005; Tarczyński i Mojsiewicz, 2001; Mayo, 1997; Mentel, 2012).

Ryzyko stałe (niezmienne) i niestałe (zmienne) (Skov, 1991) to kategorie podziału ze względu na obszar systemu gospodarczego. Ryzyko niezmienne obejmuje cały system gospodarczy (poziom inflacji czy też bezrobocia itp.), a ryzyko zmienne – danego inwestora lub firmę (strajki czy też zagrożenie upadłością).



Rysunek 1.2. Typy ryzyka ekonomicznego i gospodarczego

Źródło: opracowanie własne.

Dokonując rozróżniania ze względu na decyzje rozwojowe przedsiębiorstwa, możemy dokonać podziału na ryzyko projektu związane z warunkami technicznymi jego realizacji, ryzyko firmy, którego przyczynę należy upatrywać w błędnych ocenach planistycznych, oraz ryzyko właścicieli wynikające z niewykazywania zainteresowania różnicowaniem kierunków rozwoju firmy. Te grupy ryzyka rozpatruje się w aspekcie tzw. przedmiotowo-podmiotowym (Nahotko, 1997).

Kolejne typy ryzyka wynikają z podziału uwzględniającego miejsce występowania. Wyróżnia się ryzyko produkcyjne, handlowe i finansowe. Występują one odpowiednio w sektorze produkcyjnym, handlowym oraz finansowym

(Nahotko, 1997). Ryzyko produkcyjne jest przede wszystkim skutkiem niepewności losowej, przyrodniczej i rozwojowej, handlowe zaś skutkiem niepewności losowej i rynkowej. Zarówno pierwsze, jak i drugie ryzyko można uszczegółowić, gdyż w ramach ryzyka produkcyjnego wyróżnia się ryzyko związane z postępowaniem techniczno-organizacyjnym, ryzyko związane z możliwością awarii maszyn i urządzeń oraz ryzyko związane ze zmianami warunków przyrodniczych produkcji. W zakresie ryzyka handlowego mamy do czynienia z ryzykiem zakupu i sprzedaży oraz ryzykiem związanym z możliwością psucia się towarów.

Podział ze względu na siłę oddziaływania pozwala wyróżnić cztery typy ryzyka, tj.: ryzyko normalne, którego podjęcie jest konieczne, gdyż tkwi ono w naturze procesów gospodarczych, ryzyko dopuszczalne, na które przedsiębiorstwo może sobie pozwolić, ryzyko niedopuszczalne będące typowym antonimem wcześniej wymienionego, oraz ryzyko niezbędne, na którego niepodjęcie przedsiębiorstwo nie może sobie pozwolić (Karmańska, 2008).

Klasyfikacja ogólna wyodrębnia takie typy ryzyka, jak: ryzyko właściwe, oparte na zasadzie prawa wielkich liczb (pożar, klęska itp.); ryzyko subiektywne, przez które należy rozumieć indywidualną ocenę szansy wystąpienia określonego rezultatu, co wynika z niepewności natury (niepewność jest cechą rzeczywistości i objawia się w zmienności cen i stóp dochodu instrumentów finansowych); ryzyko obiektywne, nieprzewidywalne, stanowiące możliwy margines błędu względnego odchylenia straty rzeczywistej w stosunku do wielkości oczekiwanych (objawia się tym, że w tych samych warunkach różne podmioty działające na rynku finansowym podejmują decyzje o różnym stopniu ryzyka) (Jajuga, 2000; Sangowski, 1998).

Ryzyko można klasyfikować również w kontekście kształtujących je czynników. Możemy wyodrębnić dwie jego grupy, a mianowicie: ryzyko zewnętrzne i wewnętrzne (Karmańska, 2008). Pierwsze z wymienionych to ryzyko determinowane przez siły zewnętrzne, związane z sytuacją gospodarczą danego kraju oraz sytuacją w danym sektorze i segmencie rynku, w którym działa przyszłe przedsiębiorstwo. Drugie z kolei obejmuje działania podmiotu i może być przez ten podmiot kontrolowane. W przeciwieństwie do wcześniej wspomnianego dotyczy sytuacji wewnątrz przedsiębiorstwa.

Kwantyfikacja ta jest jednak ogólna. Uwzględniając czynniki powodujących ewentualne zakłócenia dla określonego celu oraz porządkując je pod względem sił determinujących wyniki finansowe podmiotów, w dwóch wymienionych grupach można wyszczególnić kolejne rodzaje ryzyka. W klasie ryzyka zewnętrznego można wyróżnić:

- ryzyko walutowe – ma miejsce, gdy mamy do czynienia z instrumentem finansowym deminowanym w innej walucie niż waluta inwestora; zmiany kursów w tym wypadku powodują, że stopy zwrotu wyrażone w dwóch walutach nie są jednakowe; jednak należy zauważyć, że może mieć ono pozytywne i negatywne skutki, zależne jest to od kierunku zmian wartości waluty (Bennet, 2000),

- ryzyko rynkowe – chodzi tutaj oczywiście o ryzyko wynikające ze zmian cen instrumentów finansowych (np. akcje, papiery dłużne czy też instrumenty pochodne),
- ryzyko stopy procentowej – jest związane ze zmianami stóp procentowych na rynku finansowym; wynikiem ich zmian są wahania poziomu dochodów uczestników rynku,
- ryzyko siły nabywczej – występuje głównie w odniesieniu do inwestowania w akcje; z ryzykiem tym mamy do czynienia również w związku z inflacją, wówczas w danym przedziale czasowym dochodzi do zmiany siły nabywczej instrumentów finansowych,
- ryzyko polityczne – jest pochodną zmian w prawie; powstaje wskutek decyzji władz rządzących mających duży wpływ na sytuację podmiotów gospodarczych (Stoner i Wankel, 1992),
- ryzyko wydarzeń – wydaje się najmniej przewidywalne; związane jest z możliwością wystąpienia nieoczekiwanych zdarzeń mających wpływ na sytuację określonego instrumentu finansowego; nie mają jednak one wpływu na ogólną sytuację na rynku.

W grupie ryzyka wewnętrznego można wyszczególnić:

- ryzyko biznesu – ryzyko to jest związane ze zmiennością dochodów uzyskiwanych przez emitenta określonego instrumentu, w znacznym zakresie przenosi się ono na cenę tego instrumentu,
- ryzyko zarządzania – jego przyczynę należy upatrywać w złym zarządzaniu firmą; chodzi tutaj oczywiście o podmiot będący emitentem akcji lub obligacji; może wpływać niekorzystnie na ich ceny,
- ryzyko niedotrzymania warunków – ma miejsce, gdy jedna ze stron emitująca instrument finansowy nie dotrzymuje warunków zawartej wcześniej umowy,
- ryzyko finansowe – jest związane z relacją pomiędzy kapitałem obcym a kapitałem własnym; powstaje, gdy udział tych pierwszych w kapitale spółki jest zbyt duży, a spółka nie jest w stanie wywiązać się ze swoich zobowiązań; może być mierzone za pomocą tzw. dźwigni finansowej (Ostaszewski, 1994),
- ryzyko bankructwa – wynika z sytuacji samej firmy, w którą zainwestowany jest kapitał; jest związane z ryzykiem niedotrzymania warunków oraz z ryzykiem finansowym, gdyż ogłoszenie bankructwa przez emitenta ma wpływ na wartość rozpatrywanych instrumentów, a co za tym idzie – na dochody inwestora,
- ryzyko zmiany ceny – występuje, gdy posiadacz obligacji zamierza je sprzedać przed terminem wykupu; wystawia się wówczas na ryzyko straty spowodowanej zmianą ceny instrumentu pod wpływem zmiany stopy procentowej,

- ryzyko rynkowej płynności – dotyczy sytuacji, w której podmiot posiada ciężko zbywalne instrumenty,
- ryzyko reinwestowania – zależy od zmian stóp procentowych na rynku, a dokładniej ma miejsce w sytuacji, gdy dochody inwestora z tytułu posiadania instrumentu finansowego są reinwestowane przy innej stopie procentowej niż tej z danego instrumentu finansowego,
- ryzyko zamienności – rzadko spotykane w polskich warunkach; dotyczy przypadku instrumentów, które mogą być wymienione na inne, jak np. obligacje zamienne emitowane przez Skarb Państwa; występuje, gdy zamiana następuje w warunkach niekorzystnych dla inwestora,
- ryzyko wykupu na żądanie – ten rodzaj ryzyka jest również związany z rynkiem kapitałowym, ściśle z kontraktami terminowymi oraz obligacjami; ryzyko to ma miejsce w przypadku, gdy inwestor wystawia opcję typu amerykańskiego z możliwością zrealizowania w dowolnej chwili; gdy żądanie realizacji tej opcji nastąpi w momencie spadku wartości instrumentu, na jaki jest wystawiony, inwestor poniesie stratę.

W przypadku ryzyka zewnętrznego i wewnętrznego bardziej zwartą klasyfikację w stosunku do tej, jaką prezentuje A. Karmańska (2008), przedstawia T. Kufel (2007). Wydaje się, że jest ona dużo bardziej czytelna. I tak, w zakresie ryzyka zewnętrznego Kufel wyróżnia ryzyko:

- polityczne – związane ze zdarzeniami i decyzjami politycznymi podejmowanymi w kraju,
- społeczne – związane z zachowaniem obywateli danego kraju lub regionu, zasadami religii, kultury, tradycji,
- stopy procentowej – wynikające z uzależnienia wartości niektórych aktywów i pasywów jednostki od zmian stóp procentowych, np. kredyt oprocentowany zmienną stopą procentową,
- walutowe – wynikające z możliwości poniesienia strat finansowych na skutek wahań kursów walutowych,
- płynności – związane z możliwością braku środków finansowych na terminowe pokrycie zobowiązań.

Z kolei do kategorii ryzyka wewnętrznego Kufel zalicza ryzyko:

- zarządzania – będące konsekwencją ludzkiej omyłności lub celowych negatywnych zachowań, np. świadome działanie na szkodę jednostki,
- zasobów ludzkich – kiedy to cele jednostki nie są osiągnięte z powodu zaniedbań lub oszustw dokonywanych przez pracowników albo niewłaściwej polityki personalnej, np. w zakresie systemów motywacji, podziału odpowiedzialności.

Kierując się motywem podejmowania ryzyka, ryzyko gospodarcze dzieli się na ryzyko z wyboru oraz z konieczności (Grzybowski, 1994) bądź ryzyko dobrowolne i wymuszone (Ostasiewicz, 2003). Pierwsze podejmowane jest drogą świadomego wyboru między kilkoma możliwościami działania. Utożsamiane jest z poczuciem posiadania wpływu na bieg wydarzeń, zapewniającym wrażenie

sprawowania kontroli. Natomiast ryzyko z konieczności jest formalnie narzucane przez obiektywne warunki i występuje w sytuacji, gdy ekspozycja na ryzyko powstaje na skutek decyzji, na które człowiek nie ma wpływu bądź też wpływ ten jest niewielki. Przesłanki ryzyka z wyboru wynikają wyłącznie z rachunku ekonomicznego, drugie zaś może być spowodowane przez czynniki pozaekonomiczne. Dodatkowo można stwierdzić, że chociaż ryzyka te różnią się przesłankami powstania, to najczęściej występują łącznie.

Przyjmując jako kryterium podziału horyzont czasu, ryzyko można sklasyfikować jako operacyjne i strategiczne (Kufel, 2007). Ryzyko operacyjne jest rodzajem ryzyka krótkookresowego związanego z działalnością firmy. Z decyzjami długofalowymi związany jest drugi rodzaj ryzyka.

Dokonując podziału w ujęciu zmian otoczenia, a co za tym idzie galopującego postępu technologicznego, wyodrębniamy ryzyko statyczne i dynamiczne (Karmańska, 2008). Ryzyko statyczne jest niezależne od postępu technicznego i jest związane z niekorzystnymi zjawiskami pogodowymi, takimi jak: sztormy, cyklony, erupcje wulkanów. Ryzyko dynamiczne wiąże się ze zmianami organizacyjnymi, technicznymi i ekonomicznymi, a ściślej mówiąc z szeroko pojętym postępem cywilizacyjnym. Zmienia się pod wpływem mody, nowoczesnych technologii czy też zmian kulturowych.

Biorąc pod uwagę wyłącznie mierzalność skutków ryzyka, dzielimy je na ryzyko finansowe (*Leksykon finansów*, 2001), którego zasadniczą cechą jest wspomniana mierzalność i możliwość uchwycenia jego wpływu na wynik finansowy, oraz pozafinansowe, przy którym występują trudności bezpośredniego uchwycenia i pomiaru jego wpływu na realizowany zysk przez podmiot.

Podejmując ryzyko jako wartość w wymiarze jednostkowym i społecznym, należałoby wyszczególnić (Warkało, 1949; Stawiarska-Lietzau, 2013):

- ryzyko ogólnoludzkie – wynikające z klęsk żywiołowych (trzęsienie ziemi, wybuchy wulkanów, powódzie, gradobicia itp.),
- ryzyko społeczne – wynikające z klęsk społecznych (wojny, kryzysy gospodarcze, klęski głodu itp.),
- ryzyko indywidualne – obejmujące bardzo wiele zdarzeń, m.in. choroby, wypadki, inwalidztwo, przedwczesna śmierć, uszczerbek majątkowy.

Niektórzy autorzy (Nietyksza, 1967; Radzicki, 1967; Gubiński, 1960) dokonują podziału ryzyka na tzw. zwykłe i twórcze (nowatorskie):

- ryzyko zwykłe odznacza się wymierzalnością, którą określa doświadczenie; przy ryzyku twórczym brak jest zwykle doświadczenia, wobec tego prawdopodobieństwo niebezpieczeństwa oparte jest jedynie na założeniach teoretycznych,
- przy ryzyku zwykłym znane są przyczyny, które powodują możliwość powstania szkody, stąd stopień prawdopodobieństwa nieosiągnięcia skutku lub uniknięcia niebezpieczeństwa zdeterminowany jest pewną standaryzacją oraz odchyleniem od niej; przy ryzyku twórczym natomiast brak jest

ustaleń określanych jako standardowe, gdyż liczba nieznanych ogniw w łańcuchu przyczyn i skutków jest duża,

- przy ryzyku zwykłym możliwość niepowodzenia tkwi w przedmiocie ryzyka lub w wadliwie stosowanych środkach; przy ryzyku twórczym możliwość niepowodzenia tkwi ponadto w samej metodzie oraz w środkach działania, które nie zostały dotychczas należycie wypróbowane,
- ryzyko zwykle wiąże się zazwyczaj z czynnościami zawodowymi i codziennymi człowieka, istniejącymi niejako obiektywnie, ryzyko twórcze zaś dotyczy przeważnie eksperymentu podejmowanego najczęściej z woli i chęci eksperymentatora.

Biorąc pod uwagę stopień zagrożenia występującego w obu wskazanych rodzajach ryzyka, mówi się o ryzyku poniżej przeciętnym, przeciętnym i ponadprzeciętnym (Radzicki, 1967).

Ryzyko poniżej przeciętne to takie, które charakteryzuje się nieznanym stopniem niebezpieczeństwa związanego z podejmowaną czynnością. Możliwość wystąpienia skutków ubocznych jest tutaj minimalna. Ryzyko przeciętne to takie, o którym na podstawie dotychczasowego doświadczenia można powiedzieć z dużym prawdopodobieństwem, że przy zachowaniu wszelkich środków ostrożności i staranności ujemny skutek nastąpi tylko w pewnej liczbie przypadków. Ryzyko ponadprzeciętne to takie, z którym wiąże się zawsze duży stopień niepewności co do osiągnięcia zamierzonego celu.

Kolejny ciekawy podział przedstawia F. Orłowicz, który dzieli ryzyko na wymierzalne i przenoszalne, niewymierzalne i nieprzenoszalne oraz wymierzalne, lecz nieprzenoszalne (Orłowicz, 1968).

Wymierzalne i przenoszalne to ryzyko, które dzięki obfitości materiału statystycznego i powtarzalności występowania daje się kwantyfikować i mierzyć oraz podlega ubezpieczeniu. Niewymierzalne i nieprzenoszalne jest ryzyko, przy którym co do jego występowania brak jest dostatecznego materiału statystycznego, a więc nie może być mierzone (jest szacowane) i ubezpieczone. Skutki takiego ryzyka obciążają wyłącznie i całkowicie tego, kto podejmuje czynności związane z ryzykiem. Wymierzalne, lecz nieprzenoszalne to ryzyko, które daje się wymierzyć, ale nie podlega ubezpieczeniu. W celu minimalizacji ujemnych jego skutków opracowuje się normy zużycia bądź chociażby tzw. fundusze rezerwowe.

S. Bieczyński (1977) dokonuje podziału ryzyka z punktu widzenia problematyki odpowiedzialności. Wyróżnia tym samym ryzyko sytuacyjne i decyzyjne. W przypadku ryzyka sytuacyjnego nie jest możliwe ścisłe określenie skutków decyzji i ciężko pociągnąć kogoś do odpowiedzialności.

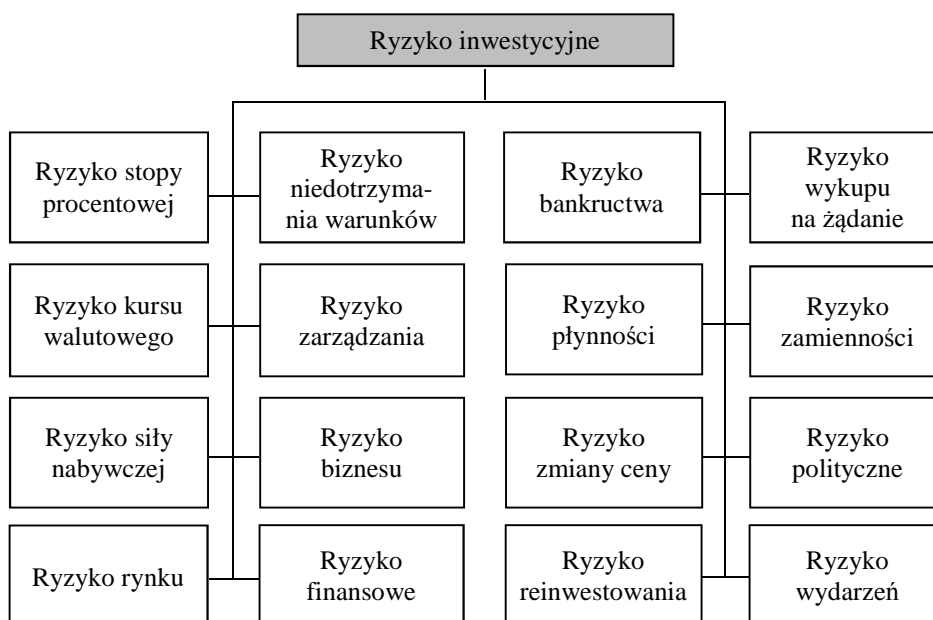
Oryginalną klasyfikację ryzyka podaje P. Drucker. Wyodrębnia on cztery rodzaje ryzyka, czyli ryzyko, które trzeba podjąć, które leży w naturze przedsiębiorstwa, ryzyko, na które można sobie pozwolić, ryzyko, na które nie można sobie pozwolić, i ryzyko, na niepodjęcie którego nie można sobie pozwolić (Drucker, 1976).

W literaturze fachowej (Kostrzewski, 1993) dokonano również następującego podziału ryzyka na: geopolityczne, wyrażające się np. groźbą nacjonalizacji, etnopolityczne, odzwierciedlane prawdopodobieństwem narastania konfliktów narodowościowych, i społeczne, związane z zagrożeniem wystąpień ludności w postaci strajków czy demonstracji.

Stosując podział uwzględniający zasięg skutków ryzyka, można wyróżnić ryzyko fundamentalne, masowe, mające źródło w zjawiskach przyrodniczych, społecznych, w polityce i ekonomii, mające wpływ na dużą liczbę jednostek lub całe społeczeństwo oraz partykularne, powodujące straty w interesach jednostek (Ronka-Chmielowiec, Jajuga, Kuziak i Kwiecień, 2002).

Kategoryzacji ryzyka dokonuje się również w kontekście instrumentów pochodnych. Można tu wyróżnić trzy grupy, w obrębie których wyszczególnia się kolejne rodzaje ryzyka:

- ryzyko w inwestycjach,
- ryzyko przedsiębiorstwa,
- ryzyko bankowe.



Rysunek 1.3. Rodzaje (formy) ryzyka inwestycyjnego

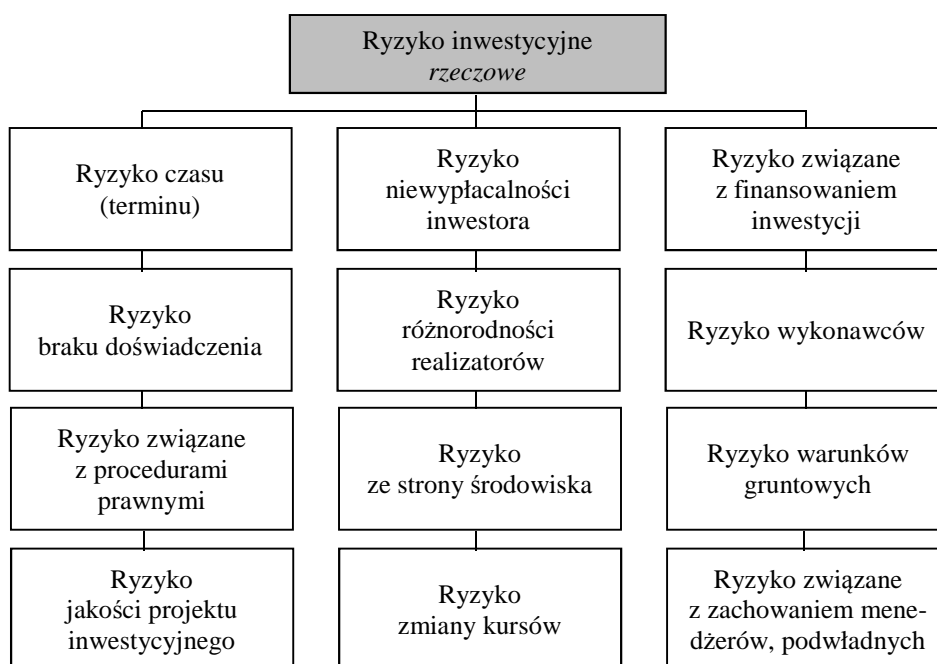
Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Jajuga, T. Jajuga (1996), *Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, PWN, Warszawa.

Wiadomo, że każda inwestycja jest związana z ryzykiem i to bez względu na rodzaj inwestycji. Można mieć do czynienia z założeniem działalności gospodarczej, zakupem towarów, zwłaszcza gdy nabywa się je z myślą o późniejszej od-

sprzedaży z zyskiem czy inwestycji dokonanej na rynku finansowym. W tych obszarach ryzyko inwestycyjne jest nieodłączne. Inwestycja, bez względu na to, czy dotyczy rynku pieniężnego, obligacji czy też akcji, może nie przynieść efektów zgodnych z naszymi oczekiwaniami. Śmiało można stwierdzić, że ten rodzaj ryzyka jest zależny od czasu. Inwestowanie w dłuższym horyzoncie czasowym jest podstawową zasadą zmniejszania tego typu ryzyka. Ryzyko, o którym mowa, oraz czas to zatem cechy odwrotnie proporcjonalne. K. Jajuga i T. Jajuga (1996) w ramach ryzyka inwestycyjnego wyszczególniają kolejne rodzaje ryzyka (rysunek 1.3).

Wydaje się, że przedstawiona na rysunku 1.3 klasyfikacja ryzyka inwestycyjnego w znacznej mierze pokrywa się z opisanym już wcześniej podziałem na tzw. ryzyko wewnętrzne i zewnętrzne. Potwierdza, że jednoznaczne określenie ram ryzyka i jego kwantyfikacji nie jest zadaniem prostym i w znacznej mierze zależy od tego, kto dokonuje rozróżnienia, w jakim celu i jakimi kryteriami się kieruje. Rozpatrywane podziały często pokrywają się, komplikując ostateczną topologię zjawiska.

Dokonując podziału ryzyka inwestycyjnego w ujęciu zarządzania projektami inwestycyjnymi – rzeczowymi, klaruje się nieco odmienny podział do wcześniej przedstawionego (rysunek 1.4).



Rysunek 1.4. Klasyfikacja ryzyka w kontekście zarządzania rzeczowymi projektami inwestycyjnymi

Źródło: opracowanie własne.

Ryzyko przedsięwzięcia inwestycyjnego można ograniczyć do trzech głównych kategorii. Są nimi odpowiednio:

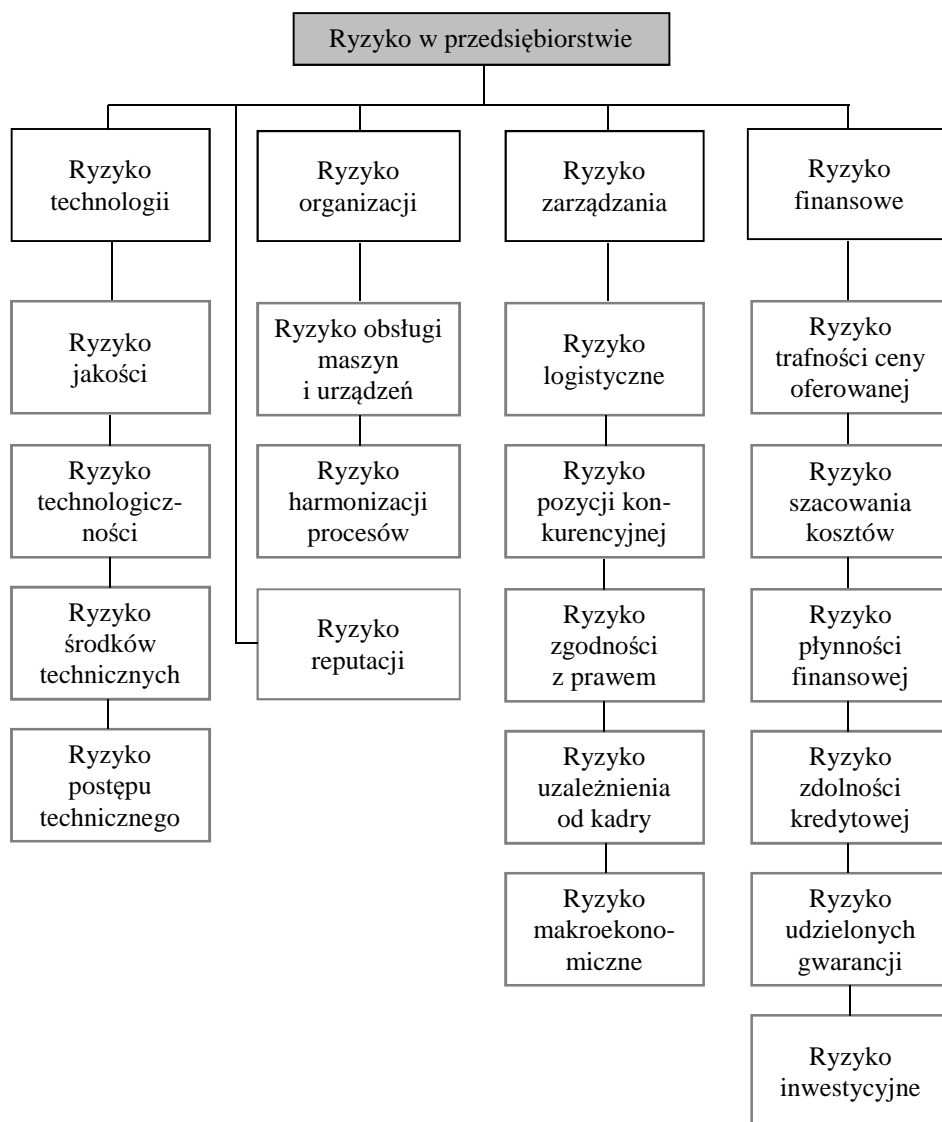
- ryzyko projektu – można je określić jako możliwość zajścia sytuacji, w której korzyść rzeczywista będzie nieco inna od oczekiwanej; należy pamiętać, że w pewnym zakresie jest to rodzaj ryzyka wyalienowanego od pozostałych niżej wymienionych,
- ryzyko firmy – zależy głównie od relacji między korzyściami płynącymi z projektu, a tymi, które wynikają z eksploatacji istniejącego majątku przedsiębiorstwa,
- ryzyko właściciela – systematyczne.

Poza ryzykiem w inwestycjach równie trudne w określeniu jest ryzyko w przedsiębiorstwie. Jedną z koncepcji jest propozycja J. Bizon-Góreckiej (2004), która wyróżnia pięć grup ryzyka (rysunek 1.5):

- ryzyko technologii – związane ściśle z postępowaniem technicznym i wdrażaniem, rozwojem nowych technologii; poza środkami technicznymi zawiera w sobie pierwiastki jakościowe,
- ryzyko reputacji – pojmowane jako aktualny i przyszły wpływ na dochody, a także kapitał firmy wynikający z negatywnej oceny klientów, opinii publicznej,
- ryzyko organizacji – opiera się na parku maszynowym i na jego tzw. sprawności, całość uzupełnia harmonizacja procesów bądź też zagrożenia bezpośrednio wynikające z jej braku,
- ryzyko zarządzania – jest szerokowątkowe, opiera się bowiem zarówno na podległej kadrze, jak i na procesach zachodzących w firmie; głównym jego elementem są procesy logistyczne oraz stała analiza konkurencji,
- ryzyko finansowe – jest to najbardziej rozbudowana grupa; opiera się na strukturze bilansowej firmy i jest jej podporządkowane, gdyż pociąga za sobą dbałość o płynność finansową, zdolność kredytową oraz szacowanie kosztów. W jego ramy wpisuje się również ryzyko inwestycyjne oraz ryzyko udzielanych gwarancji.

Rozpatrując ryzyko w przedsiębiorstwie w ujęciu źródeł ryzyka, należy wyróżnić cztery podstawowe jego obszary (za: Majewska, 2013; Socik, 2000). Wyszczególnia się zatem (rysunek 1.6):

- ryzyko gospodarcze – odnosi się zarówno do prowadzonej przed podmiot działalności, jak i otoczenia, w którym przyszło mu działać; wiąże się z działalnością konkurencji i zagrożeniami wynikającymi z ewentualnej utraty reputacji firmy; w jego skład wchodzi również niebezpieczeństwa związane z samym produktem czy też świadczoną usługą w zakresie jego wprowadzania i akceptacją przez rynek, co przekłada się na późniejszy tzw. cykl życia produktu; niebagatelne znaczenie w tym zakresie ogrywa ryzyko związane z jakością prezentowanej oferty,



Rysunek 1.5. Klasyfikacje ryzyka w przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Bizon-Górecka (2004), *Koszty w przedsiębiorstwie w ujęciu komplementarnym*, „Rynek Terminowy” nr 2.

- ryzyko rynkowe – wydaje się, że jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na skalę zysków, jakie przedsiębiorstwo osiąga, co przekłada się pośrednio na skalę korzyści osiąganych przez akcjonariuszy; jest zależne od koniunktury gospodarczej i zwiększa się wraz z jej pogar-

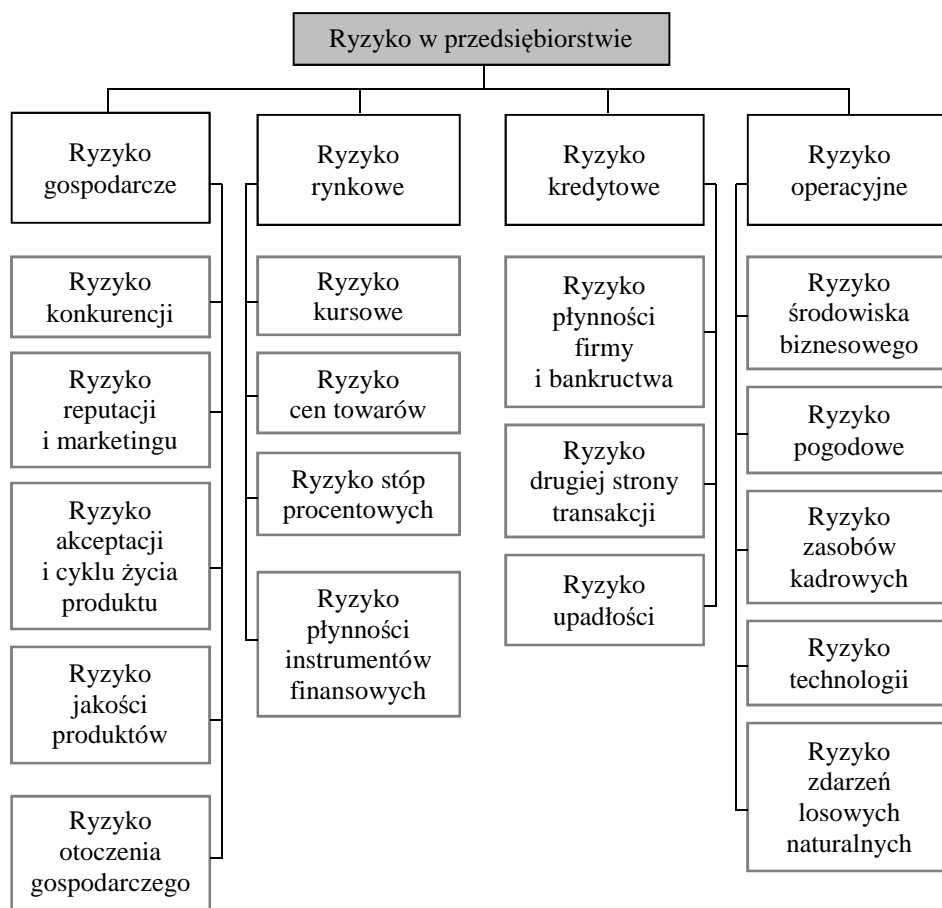
szaniem; patrząc w nieco innym ujęciu, ryzyko to jest ryzykiem na pozycjach bilansowych i pozabilansowych na skutek zmian cen rynkowych stawek procentowych, wartości cen akcji oraz kursów walutowych¹⁹,

- ryzyko kredytowe – uogólniając, to prawdopodobieństwo niewypełnienia przez drugą stronę kontraktu warunków umowy lub kilku umów z powodu braku możliwości wywiązania się zobowiązań finansowych (Osiatyński, 1973); w tym wypadku na jego elementy składowe wchodzi wartość pozycji zagrożona niewypłacalnością kontrahenta, część zaległości, którą można odzyskać w przypadku niewypłacalności, i prawdopodobieństwo zawieszenia spłaty zobowiązań przez kontrahenta w pierwszym rzędzie (Kendall, 2000); w przypadku podmiotów finansowych ryzyko to wiąże się natomiast z udzielanymi kredytami, pożyczkami, gwarancjami i poręczeniami itp.,
- ryzyko operacyjne – związane jest z wielkością udziału kosztów stałych w kosztach produkcji; zwiększony ich udział w ogólnej strukturze przekłada się na wyższy poziom tego rodzaju ryzyka. A. Majewska (2013) dzieli je na obszar wewnętrzny działalności przedsiębiorstwa oraz zewnętrzny. Pierwszy to część organizacyjna związana z pracownikami, którzy w wyniku chociażby braku kwalifikacji mogą narażać przedsiębiorstwo na straty, bądź też część technologiczna związana z wyposażeniem technicznym przedsiębiorstwa. Zewnętrzny kontekst tego ryzyka odnosi się do zdarzeń losowych i do warunków pogodowych (nieekstremalnych, jak np. nadmierne opady czy też niższe temperatury, oraz ekstremalne, jak np. powodzie, huragany, susze).

Ostatni rodzaj ryzyka w rozpatrywanym kontekście to ryzyko bankowe. Jest to ryzyko ponoszone przez banki z uwagi na specyfikę ich działalności. Instytucje te oprócz przedsiębiorstw są drugą grupą wykorzystującą instrumenty pochodne do minimalizacji ryzyka działalności.

Klasyfikacja ryzyka typowo bankowego jest również niejednoznaczna, albowiem wynika ze złożoności roli banków, a także jednoczesnego, wzajemnego oddziaływania poszczególnych rodzajów zagrożeń na sytuację banku. Podobnie jak to miało miejsce już wcześniej, trudno jest dopracować jeden podział, który

¹⁹ M.K. Porter wymienia kolejne rodzaje ryzyka, które można określić jako rynkowe, wynikające ze strategii konkurencji (Tkaczyk, 2002): 1) ryzyko wejścia przez inne firmy do grupy strategicznej danej firmy; 2) ryzyko wystąpienia czynników obniżających bariery mobilności grupy strategicznej, do której firma należy, zmniejszając jej siłę wobec klientów lub dostawców pogarszających jej sytuację pod względem wyrobów substytucyjnych czy narażających ją na zwiększoną rywalizację; 3) ryzyko towarzyszące inwestycjom mającym na celu poprawę położenia firmy przez podwyższanie barier mobilności; 4) ryzyko związane z próbami przezwyciężenia barier mobilności w celu dostania się do bardziej pożądanym lub nowych grup strategicznych. Pierwsze dwa rodzaje ryzyka można traktować jako zagrażające obecnej sytuacji firmy, ponieważ wynikają z braku działania, podczas gdy pozostałe wiążą się z dążeniem do wykorzystania okazji (Porter, 1993).

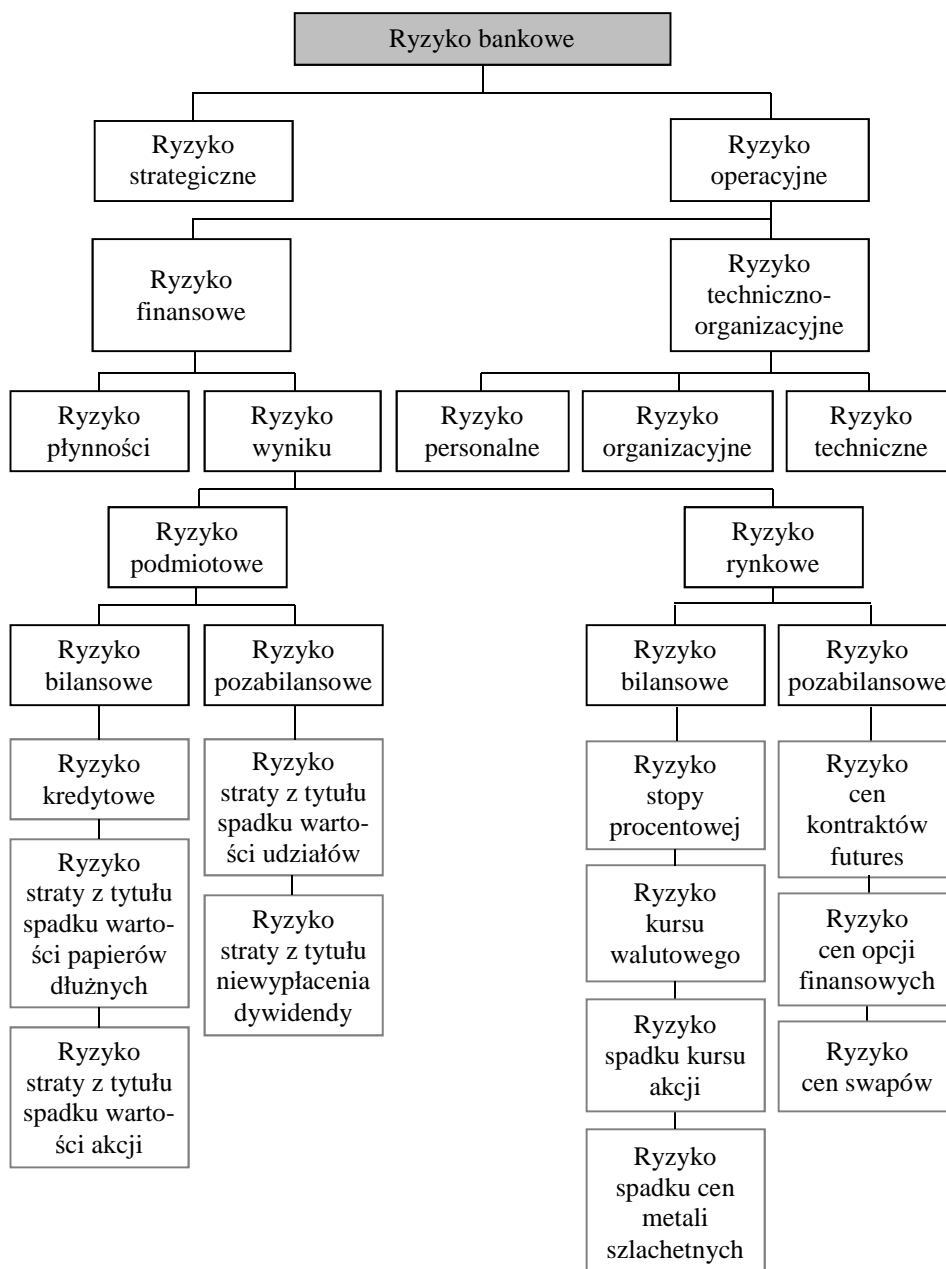


Rysunek 1.6. Formy, postacie ryzyka w przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Majewska (2013), *Instrumenty pochodne jako narzędzia wspomagające zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*, Volumina.pl, Szczecin.

zawierałby wszelkie informacje na temat tego typu ryzyka. Podając za W.L. Jaworskim i Z. Zawadzką (Jaworski i Zawadzka, 2008; Zawadzka, 1996) oraz A. Jancą i M. Biegańskim (2001), można wyszczególnić podział (rysunek 1.7).

W koncepcji tej trzon stanowią dwa typy ryzyka, tj. ryzyko strategiczne i ryzyko operacyjne. Pierwsze z nich ma wpływ na długofalową zdolność konkurencyjną banku. Uwagę zwraca się tutaj głównie na ryzyko związane ze strukturą właścicieli banku oraz jego zarządu. Zagrożenia wynikające ze struktury właścicieli mają miejsce wtedy, kiedy nie chcą lub nie mogą wyposażyć banku w kapitał do prawidłowego funkcjonowania. Ryzyko stojące po stronie zarządu banku może być konsekwencją wyboru obszarów działania, systemu planowania i kontroli, struktury organizacyjnej. Zarząd podejmuje zatem wiele strategicznych



Rysunek 1.7. Klasyfikacja ryzyka bankowego

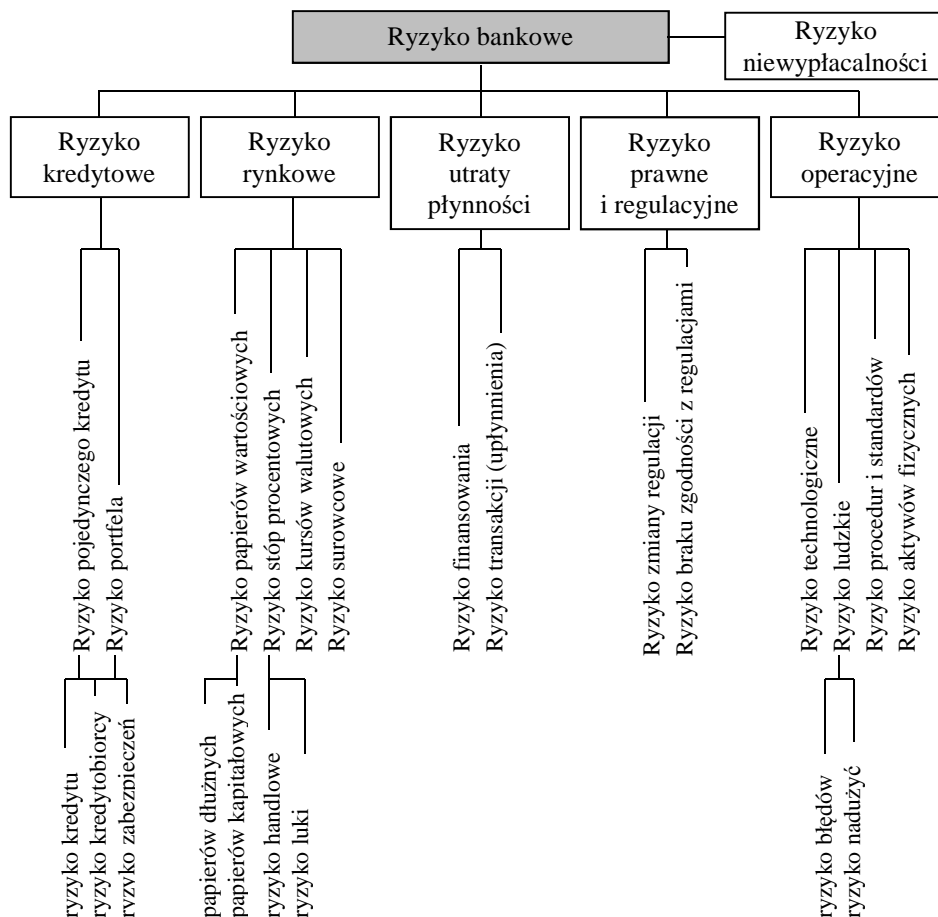
Źródło: opracowanie własne na podstawie: W.L. Jaworski, Z. Zawadzka (2008), *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Poltext, Warszawa; A. Janc, M. Biegański (2001), *Hedging i nowoczesne usługi finansowe*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.

decyzji wywierających istotny wpływ na dalszą działalność banku i zagrożenie ryzykiem.

Ryzyko operacyjne, wskazane na opisywanym schemacie, wynika z obszaru techniczno-organizacyjnego mającego istotne przełożenie na wynik finansowy banku. Ryzyko to wpływa na wizerunek banku, jak również na jego reputację. Jest to ryzyko krótkotrwałe.

Dość ciekawą propozycją, jeśli chodzi o kategoryzację ryzyka bankowego, jest ta zaprezentowana na rysunku 1.8. Powiela wprawdzie wcześniej wyszczególnione kategorie, jednak dodatkowo porusza obszary, których dotychczas nie uwzględniono (Marcinkowska, 2009). W rozpatrywanym podziale wyróżnia się sześć grup ryzyka, a mianowicie:

- ryzyko utraty płynności – związane z groźbą chwilowej lub całkowitej utraty płynności, skutkiem czego bank traci zdolność do spłacania swych zobowiązań; przyczynami takiego stanu mogą być zjawiska związane z polityką banku centralnego czy też zmianami gospodarczymi, ale również nieprzewidziane poniesione koszty, nagły wzrost depozytów wycofanych przed terminem itp. (Iwonicz-Drozdowska, 2010),
- ryzyko rynkowe – jego poziom jest ściśle uzależniony od niekorzystnego kształtowania się stóp procentowych czy też kursów walut lub akcji; ryzyko to określane jest często mianem ryzyka cenowego,
- ryzyko kredytowe – jest typem ryzyka, które wydaje się być najbardziej charakterystyczne dla działalności banku; mamy z nim do czynienia, gdy kredytobiorca z jakiś przyczyn nie zwraca w terminie rat kapitałowych wraz z ustalonymi odsetkami czy też prowizjami; należy podkreślić, że wyróżnia się dwa typy tego rodzaju ryzyka: pierwsze to tzw. aktywne ryzyko kredytowe, a drugie ryzyko pasywne związane z pozyskiwaniem środków na prowadzenie działalności bankowej,
- ryzyko operacyjne – wynika z obszaru techniczno-organizacyjnego, który przekłada się na poważne konsekwencje dla ogólnego wyniku finansowego; przyczynę takiego stanu należy upatrywać w błędach ludzkich bądź też celowych działaniach pracowników; istotne znaczenie odgrywają tutaj również ewentualne awarie systemów informatycznych czy też niewłaściwe procedury,
- ryzyko prawne i regulacyjne – są to ewentualne straty, jakie może ponieść bank w wyniku niezgodności z obowiązującymi przepisami prawa czy zmian przepisów; często ten rodzaj ryzyka włączany jest do ryzyka operacyjnego,
- ryzyko niewypłacalności – ryzyko to jest najcięższym prawdopodobnie rodzajem ryzyka, jakie bank może ponieść; często zwane ryzykiem wyniku finansowego jest określane jako ryzyko utraty kapitału własnego (Buschgen, 1997), a to przekłada się na niebezpieczeństwo poniesienia znacznych strat, których konsekwencją może być nawet upadłość danego banku.



Rysunek 1.8. Rodzaje ryzyka bankowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Marcinkowska (2009), *Standardy kapitałowe banków. Bazylejska Nowa Umowa Kapitałowa w polskich regulacjach nadzorczych*, Regan Press, Gdańsk.

1.4

Źródła ryzyka i jego stopniowanie

Ryzyko zdeterminowane jest przez dwie grupy czynników. Jedną z nich stanowią źródła wewnętrzne, tkwiące w samym podmiocie gospodarczym, oraz zewnętrzne w stosunku do tego podmiotu, w tym głównie rynkowe i polityczne (Wierzbńska, 1996). Źródła wewnętrzne w znacznym stopniu wyznaczają inercję samego podmiotu, a ich działanie jest uwarunkowane od kwalifikacji i doświadczenia kadry zarządzającej tym podmiotem. Dochodzi do tego możliwość oceny i prognozowania sytuacji w bliższej przyszłości przez kadrę menedżerską. Jeśli rozpatrujemy

czynniki egzogeniczne, należy wskazać, że w dużym stopniu są one zależne od sytuacji makroekonomicznej gospodarki danego kraju, a zwłaszcza od prowadzonej polityki ekonomicznej.

Źródła ryzyka można szukać również w ujęciu krótko- lub długookresowym, gdyż ryzyko, jakie podejmujemy, można poddać tego typu kwantyfikacji. Warto jednak podkreślić, że tego typu podział jest w pewnym sensie względny. W dłuższych okresach większa uwaga powinna być skoncentrowana na niebezpieczeństwach wynikających z realizacji polityki makroekonomicznej. Wszelkie zagrożenia mogą wynikać z nienadążania w czasie za wprowadzeniem zmian. Ryzyko to może mieć źródło również w niepodjętych w terminie określonych środkach zaradczych w celu dostosowania prowadzonej polityki gospodarczej podmiotu do zmieniających się warunków na rynku (Kołodko, 1992). W krótszym horyzoncie ryzyko związane jest z sytuacją rynkową, która często zmienia się dość dynamicznie. W tym wypadku istotne znaczenie mogą odgrywać spore zmiany cen, zwłaszcza wzrosty, które przekładają się na oszczędności ludzi, bądź też działalność konkurencji. Wszelkie aspekty tego typu zagrożeń powinny być zatem w ścisłej korelacji z dynamicznie zmieniającym się otoczeniem. Elastyczność i możliwość szybkiego reagowania, a co za tym idzie koordynacja i integracja struktur, to główne elementy w walce ze sprawną i skuteczną eliminacją tego typu ryzyka.

Rozpatrując ryzyko w ujęciu działalności podmiotów gospodarczych, warto skupić się na dość przyziemnych jego źródłach. Źródłem ryzyka w firmie są bowiem jej klienci. Uwzględniając podziały dokonane we wcześniejszym podrozdziale, można dojść do wniosku, że jest to naprawdę istotny czynnik. Zagrożenie wynikające ze strony klientów przybiera postać tzw. „złego zadłużenia”, gdyż często nie płacą oni swoich zobowiązań. Należy tu jednak rozróżnić klientów, którzy nie płacą, ponieważ mają chwilowe problemy i po pierwszym monicie regulują swoje zobowiązania, oraz tych, którzy nigdy nie mieli zamiaru płacić. Ostatnia grupa stanowi zagrożenie, przed którym zarówno przedsiębiorstwo, jak i instytucja finansowa powinny się zabezpieczyć.

Istotnym czynnikiem ryzyka dla przedsiębiorstwa są pracownicy. Ciężko jest pozyskać i utrzymać wykwalifikowane kadry na każdym szczeblu przedsiębiorstwa. W organizacji są fachowcy, którzy jeśli się o nich dba, odejdą do konkurencji bądź sami się nią staną przez założenie swoich własnych biznesów, przeważnie zbliżonych działalnością do tego, czym trudniła się ich dotychczasowa firma. Taki stan rzeczy może być rozpatrywany dwojako. Jeden aspekt wynika z braku lojalności wobec firmy, a drugi z konfliktu z szefostwem bądź właścicielami firmy. Najgorszym objawem w tym zakresie są pracownicy okradający przedsiębiorstwa, w których są zatrudnieni.

Kolejnym źródłem ryzyka jest majątek przedsiębiorstwa. Ten rodzaj ryzyka przejawia się możliwością wystąpienia pożarów, włamań, kradzieży czy też oszustw. Z niektórymi zagrożeniami przedsiębiorcom jest stosunkowo łatwo wal-

czyć przez chociażby ubezpieczenia, lecz przed niektórymi ciężko jest się zabezpieczyć, mimo że zdajemy sobie sprawę, że mogą one mieć miejsce.

Niezwykle istotna jest informacja, która jako osobna kategoria może stanowić źródło ryzyka. Dzięki niej podejmuje się mniej lub bardziej słuszne decyzje przekładające się na wynik finansowy podmiotu gospodarczego. Sprawa dotyczy głównie menedżerów kierujących firmą, którzy w swoich działaniach polegają na kwalifikacjach, zdobytym doświadczeniu oraz posiadanej w danym momencie wiedzy. Należy podkreślić, że nigdy nie mamy pełnej informacji na dany temat, co powoduje, że skutki podjętych decyzji nie zawsze są do przewidzenia.

W pewnych gospodarkach, zwłaszcza tych niestabilnych, niezwykle ważnym źródłem ryzyka jest zmienność warunków ekonomicznych. Owszem, czasem zmiany te dokonują się nad wyraz łagodnie i bez problemu można określić ich rozmiar, jednak zdarzają się sytuacje wyjątkowo nagłe. Takie zmiany wynikają z polityki międzynarodowej i mogą mieć miejsce np. w przypadku wprowadzenia swego rodzaju embarga, zakazu na dostarczanie towaru, jak chociażby produktów spożywczych (mleko, mięso itp.). Wówczas przedsiębiorstwo, które nie posiada zdwywersyfikowanej sieci odbiorców, narażone jest na olbrzymie straty, a niekiedy na bankructwo.

Odnosząc ryzyko do systemu w poszczególnych jego kategoriach, może być ono powodowane następującymi czynnikami (Łunarski, 2010):

- w systemach naturalnych – wzajemnym oddziaływaniem różnych praw przyrody, gdzie progresywne zmiany ilościowe mogą być przyczynkiem do radykalnych zmian jakościowych, w tym nawet katastroficznych (np. trzęsienia ziemi),
- w systemach biologicznych – błędami w przekazie informacji genetycznej oraz niespodziewanymi zmianami otoczenia,
- w systemach społecznych – dyspersją indywidualnych cech poszczególnych osobników, jak również zbiegów okoliczności mogących prowadzić do zmian relacji w systemie, a w konsekwencji do zmian funkcji i celów tego systemu,
- w systemach technicznych – brakiem wiedzy utrudniającym właściwe projektowanie poszczególnych elementów i całości oraz nadmiernymi odchyłkami właściwości poszczególnych części systemu,
- w systemach gospodarczych – brakiem dostatecznej i pewnej informacji prognostycznej, diagnostycznej i operatywnej, a także rozlicznymi cechami indywidualnymi decydentów i operatorów.

Ogólna klasyfikacja czynników ryzyka odbiega nieco od dotychczas zaprezentowanych. Do podstawowych jego źródeł można zaliczyć (Mentel, 2012):

- czynniki makroekonomiczne – związane z analizą ogólnogospodarczą danego kraju i sytuacją gospodarczą w stosunkach międzynarodowych; wyróżnić tutaj można takie elementy, jak: rozwój gospodarczy kraju i związany z tym produkt krajowy brutto, inflacja lub deflacja (Borowiecki,

1996), stabilność polityczna i decyzje polityczne, rozwinięcie rynku kapitałowego i związane z nim ryzyko inwestycyjne, uwarunkowania prawne – system podatkowy i system emerytalny, struktura własnościowa firm i zachowania akcjonariuszy, rynek ubezpieczeniowy w kraju, otwarcie dla rynków zagranicznych, bogactwo mieszkańców; część z tych cech ma charakter stymulant, inne destymulant, a jeszcze inne spełniają rolę nominant (Ronka-Chmielowiec, Jajuga, Kuziak i Kwiecień, 2002),

- czynniki mikrogospodarcze – dotyczą sytuacji wewnętrznej i wpływają z funkcjonowania i prowadzenia działalności; w ich wypadku analizę można przeprowadzić na trzech poziomach: strategicznym, taktycznym i operacyjnym, obejmujących obszary funkcjonalne: badanie i rozwój, logistyka, finanse i controlling, produkcja, marketing i administracja (Krupa, 2002); czynniki te obejmują elementy specyficzne dla przemysłu, w którym działa przedsiębiorstwo, oraz czynniki właściwe dla samego podmiotu (Nahotko, 1997); do pierwszej grupy zalicza się m.in. dynamikę innowacyjną, zależność od energii czy też możliwość wyjścia z danego przemysłu, a do drugiej – możliwość aktywnego oddziaływania na sprzedaż, koszty i ceny, poziom konkurencji, istniejące zagrożenia ze strony substytutów, sprawność zarządzania, siła przetargowa dostawców oraz struktura kapitału (Dobbins, Frąckowiak i Witt, 1992),
- czynniki mezogospodarcze – obejmują analizę danego sektora i segmentu przez badanie konkurencji, stopnia innowacyjności, kapitałochłonności barier wejścia i wyjścia; dotyczą uwarunkowań wewnątrz podmiotu; do ukazania specyfiki działalności operacyjno-finansowej używa się analizy sytuacyjno-finansowe.

W całej analizie należy pamiętać, że czynniki ryzyka nie tylko dotyczą działalności gospodarczej w ogólnym tego słowa znaczeniu, lecz także realizowanych procesów, głównie w ujęciu inwestycyjnym. Tym samym, idąc za S. Nahotko, można wyszczególnić następujące determinanty, które są odpowiedzialne za ryzyko inwestycyjne (Nahotko, 1997):

- deprecjacja uzyskiwanych korzyści – zwłaszcza w skutek nadmiernej inflacji; rodzące się tutaj problemy wynikają z braku większych możliwości co do podnoszenia cen ze względu na znikomy margines elastyczności cennej popytu oraz konkurencję,
- wzrost działań konkurencji – wyjątkowo szybszy niż dynamika rozwoju lokalnego rynku,
- mała stabilność sytuacji politycznej – skutkuje powstrzymaniem się inwestorów od działań bądź też w szczególnych przypadkach przeniesieniem inwestycji w inne regiony,
- słabe systemy państwowe – dotyczą państw, którym grozi utrata samodzielności oraz konflikty zbrojne,
- stosunkowo niski stopień zaawansowania przekształceń rynkowych gospodarki, jak i administracyjne, odgórne regulowanie warunków działania,

- niezadawalające uregulowanie kwestii nabywania nieruchomości przez cudzoziemców,
- konflikty społeczne i polityczne,
- brak reform w obszarach wspierających działalność gospodarczą oraz stagnacja poczucia niepewności, kiedy i jakie zmiany nastąpią.

Odmienną nieco klasyfikację czynników ryzyka przedstawili W. Tarczyński i M. Mojsiewicz (2001). Wyróżnili oni elementy, które stanowią część składową ryzyka oraz decydują o jego istocie i wymiarze. W tym ujęciu za główne czynniki ryzyka można przyjąć niebezpieczeństwo i hazard warunkujące jego wielkość i natężenie.

Niebezpieczeństwo należy rozumieć jako element leżący u podstaw ryzyka. Wynika to głównie z interpretacji tego pojęcia i traktowania go jako przyczyny i źródła ewentualnych strat. Strata jako jeden z filarów ryzyka decyduje tu o znacznym zagrożeniu i nie pozwala na błahe traktowanie tego pojęcia. Poza tym niebezpieczeństwo jako coś potencjalnego nie zawsze możliwe jest do uniknięcia, czyli jest zjawiskiem nie do końca przewidywalnym, na które nie zawsze mamy wpływ. Cechą charakterystyczną niebezpieczeństwa jest określona sekwencja czasowa, czyli uporządkowana w czasie realizacja kolejnych faz. Fazę pierwszą stanowi niebezpieczeństwo potencjalne (zagrożenie), fazę drugą akt (realizacja niebezpieczeństwa).

W przypadku giełdy papierów wartościowych niebezpieczeństwo jako potencjalne zagrożenie wynika z zaistnienia określonych sytuacji, o których z przeszłości wiadomo, że mogą prowadzić do zajścia niepożądanych stanów. Przykładem może być ryzyko wystąpienia bessy, która może się przyczynić np. do destabilizacji rynku kapitałowego i bankructwa niektórych inwestorów. Z kolei realizacja niebezpieczeństwa jest utożsamiana z faktyczną bessą, a jego skutki są wielkością konkretnych strat, jakie ponoszą jej uczestnicy i otoczenie rynku kapitałowego w wyniku kryzysu.

Hazard z kolei to narażanie się na niebezpieczeństwo. Można go traktować jako szczęśliwy traf podczas realizacji jakiegoś przedsięwzięcia w celu uzyskania większych korzyści. Ponieważ zależy on w dużej mierze od nas samych, jest z reguły możliwy do przewidzenia i rozpoznania. Hazard jako czynnik ryzyka jest natomiast kompleksowym ujęciem warunków i okoliczności, które bezpośrednio wpływają na drugą fazę realizacji niebezpieczeństwa. Ze względu na różne warunki kierujące naszą osobowością można wyróżnić trzy kategorie hazardu.

Pierwsza to hazard fizyczny, grupujący czynniki odpowiedzialne za wzrost potencjalnych strat, czyli głównie warunki zewnętrzne i cechy fizyczne. Hazard fizyczny jest tym rodzajem hazardu, który w większości sytuacji jest możliwy do przewidzenia i rozpoznania. Kolejna kategoria to hazard moralny. Są to warunki i atrybuty podmiotowe danej osoby wyrażające się w negatywnych tendencjach jej charakteru czy osobowości. Chodzi tutaj głównie o ujemne cechy charakteru, takie jak nieuczciwość czy skłonność do defraudacji. Należy nadmienić, że ten

typ hazardu występuje powszechnie i jest trudny do rozpoznania. Ostatnia kategoria to hazard duchowy, odpowiedzialny za sferę subiektywną, polegający na obniżeniu staranności, niedbalstwie lub obojętności wobec określonych rodzajów ryzyka (zagrożeń). W tym wypadku nie mamy do czynienia z wrodzonymi cechami charakteru, lecz z negatywnymi postawami. Hazard duchowy może wynikać np. z zaniedbania wszelkich działań mających na celu zapobieżenie realizacji ryzyka (Mentel, 2012).

Ciekawą koncepcją czynników ryzyka jest podział na subiektywne, obiektywne (historyczne) oraz obliczane jego źródła (McNamee, 2004). Mówiąc o źródłach subiektywnych, mamy na myśli takie elementy, jak uczciwość osób zarządzających czy też rozmiar gwałtownych zmian w procesach. Pomiar zagrożeń oraz określanie ich skutków wymaga połączenia kilku cech, takich jak doświadczenie, umiejętność, wyobraźnia czy też kreatywność. Położenie nacisku na subiektywne pomiary bierze się z praktycznego podejścia, co oznacza, że rzetelna ocena doświadczonego praktyka posiada taką samą wartość jak jakkolwiek inna metoda.

Przykładem obiektywnych czynników ryzyka, jak również historycznych, są wartość w jednostkach pieniężnych narażona na ryzyko (charakter obiektywny) oraz rotacja pracowników (aspekt historyczny). Wszelkie pomiary tzw. trendów w źródłach ryzyka z przeszłości mogą być użyteczne w ujęciu stabilnych działań. Jednocześnie we wszystkich przypadkach aktualne, obiektywne dane są bardzo pomocne przy pomiarze skali ryzyka.

Ostatnia grupa czynników obliczanych traktowana jest jako najłabsza grupa ze wszystkich czynników. Taki stan rzeczy wynika z tego, że wyznaczane są one na podstawie danych historycznych lub obiektywnych. Pochodny ich charakter oraz większe oddalenie od źródła decydują zatem o słabszej ich pozycji. Zaliczyć tutaj można odległość od głównej siedziby organizacji bądź upływ czasu od ostatniego audytu.

Ocena zidentyfikowanych czynników ryzyka pod kątem prawdopodobieństwa i potencjalnych skutków ich wystąpienia jest niezwykle ważną umiejętnością. Pozwala bowiem na oszacowanie wartości oczekiwanej ryzyka, a co najważniejsze na dobór stosownych do sytuacji strategii walki z nim. Mimo że wiarygodna jego kwantyfikacja jest praktycznie niemożliwa, zawsze można spróbować podejmować działania w celu redukcji jego prawdopodobieństwa, starać się zmniejszać następstwa wystąpienia ewentualnych zagrożeń, można również dokonać tzw. transferu ryzyka bądź też w ostateczności je podjąć (sfinansować). Można zatem śmiało stwierdzić, że określenie zarówno prawdopodobieństwa, jak i skutków ryzyka nie są zadaniami trywialnymi (Mentel, 2012).

Właściwa gradacja pejoratywnych skutków ma znaczenie głównie w procesie zarządzania ryzykiem. Wiedza na temat stopnia ryzyka pozwala na podjęcie odpowiednich działań w celu ograniczenia ewentualnych negatywnych odchyleń (strat). Można wyróżnić następujące klasy ryzyka (Drucker, 1990):

- ryzyko normalne, czyli takie, które jesteśmy zmuszeni podjąć, tkwiące w naturze procesów gospodarczych, naturalne dla danego typu projektów,
- ryzyko dopuszczalne, na które możemy sobie pozwolić,
- ryzyko niedopuszczalne, przekraczające dopuszczalny poziom, czyli takie, na które nie możemy sobie pozwolić,
- ryzyko niezbędne, na niepodjęcie którego nie można sobie nie pozwolić, trzeba je podjąć.

Inwestorzy, podejmując różnorakie decyzje, są skłonni podejmować ryzyko normalne oraz dopuszczalne. Ryzyka nadmiernego, niedopuszczalnego powinno się natomiast unikać.

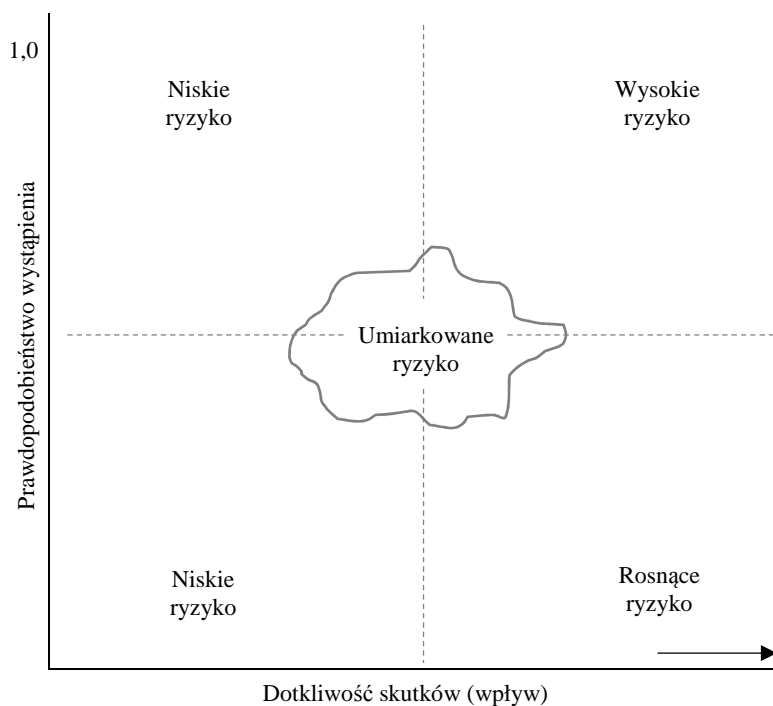
Stopnie ryzyka często są określane według następującej skali (Nahotko, 1997):

- stopień ryzyka 1. – gdy proces zmian uzależnia się wyłącznie od szans bądź zagrożeń,
- stopień ryzyka 2. – gdy znany jest fragment rzeczywistości, w której tkwi szansa lub zagrożenie,
- stopień ryzyka 3. – dalsze ograniczanie ryzyka polegające na jednoznacznym umiejscowieniu (zidentyfikowaniu) szansy lub zagrożenia,
- stopień ryzyka 4. – gdy są znane niezbędne środki, które pozwolą wykorzystać szansę bądź zlikwidować zagrożenie,
- stopień ryzyka 5. (najniższy) – ma miejsce, gdy posiadana jest wiedza na temat o szansach bądź zagrożeniach, jak trzeba na nie reagować i do jakich rezultatów doprowadzają (Ansoff, 1984).

Jak już wspomniano, wszelkie działania, jakie się podejmuje, przedsięwzięcia oraz zdarzenia, obarczone są ryzykiem wystąpienia bądź nie stanów niepożądanых. Zależne są one od prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia i jego skutków. Często bowiem mało prawdopodobne z pozoru zajście może spowodować katastrofalne wręcz skutki, jak np. awaria reaktora w elektrowni jądrowej. Wiele możliwych zdarzeń może być z kolei przyczynkiem małych stosunkowo skutków, np. zmiany pogody. Tego typu podejście pozwala na gradację ryzyka zaprezentowaną na rysunku 1.9.

Zarówno określenie prawdopodobieństwa, jak i oceny skutków nie są zadaniami łatwymi. Wiarygodna kwantyfikacja ryzyka praktycznie nie jest możliwa, jeśli nie posiada się różnorodnego rejestru zagrożeń, zawierającego dane historyczne na temat ich występowania w przedsięwzięciach podobnych do realizowanego. Jeżeli brak natomiast dostępu do statystyk ryzyka, pozostaje posługiwanie się informacjami ogólnodostępnymi, informacjami w prasie fachowej czy ekspertów. Pomocna tutaj może się okazać tzw. metryka zdarzeń. Pozwala ona na systematyczny przegląd katalogu kilkudziesięciu typowych czynników ryzyka i przypisanie każdemu z nich odpowiedniej miary. Zsumowanie miar przypisanych poszczególnym czynnikom ryzyka pozwala na jego klasyfikację, np. na określenie, czy ryzyko przedsięwzięcia jest pomijalne (znikome), marginalne

(niskie), średnie, wysokie oraz krytyczne. Tak sklasyfikowane ryzyko pozwala na określenie wielkości tzw. marginesu bezpieczeństwa (Mentel, 2012).



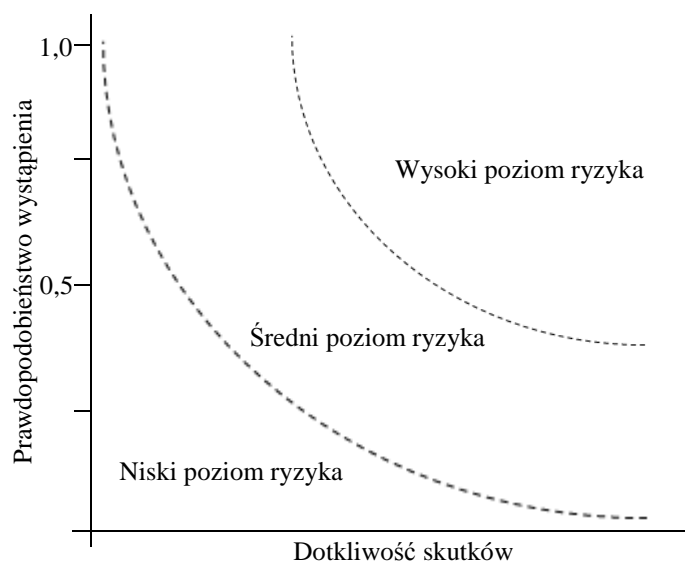
Rysunek 1.9. Koncepcja ryzyka zależnego od prawdopodobieństwa wystąpienia i dotkliwości skutków

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Łunarski (2010), *Inżynieria systemów i analiza systemowa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.

Oceny skali ryzyka z reguły dokonuje się, kierując kilkoma wytycznymi (Łunarski, 2010) (rysunek 1.10):

- niskim prawdopodobieństwem i niezbyt dotkliwymi skutkami oznaczającymi niskie ryzyko,
- wysokim prawdopodobieństwem i bardzo dotkliwymi skutkami oznaczającymi wysokie ryzyko,
- wysokim prawdopodobieństwem i niezbyt dotkliwymi skutkami oznaczającymi niskie ryzyko.

Wielkość i prawdopodobieństwo realizacji zagrożenia mają znaczenie w wyborze metody jego podjęcia. Tabela 1.3 pokazuje najprostszy schemat zależności pomiędzy wielkością i prawdopodobieństwem realizacji ryzyka a wielkością strat. Ukazuje ocenę akceptowalności ryzyka, czyli pozwala odpowiedzieć na pytanie, jaki poziom ryzyka można zaakceptować? W pierwszym wyznaczonym



Rysunek 1.10. Orientacyjne wskazanie rozgraniczenia poszczególnych poziomów ryzyka

Źródło: opracowanie własne na podstawie: C.L. Prithard (2002), *Zarządzanie ryzykiem w projektach*, WIG-PRESS, Warszawa.

Tabela 1.3. Ocena akceptowalności ryzyka

Straty \ Prawdopodobieństwo	Mało prawdopodobne	Prawdopodobne	Wysoce prawdopodobne
	Marginalne	niski	niski
Krytyczne	średni	wysoki	wysoki
Katastrofalne	wysoki	niedopuszczalny	niedopuszczalny

Źródło: opracowanie własne.

obszarze – niskiego poziomu ryzyka – nie ma potrzeby zabezpieczać się przed zagrożeniami. W kolejnej grupie (średniego ryzyka) nie trzeba chronić pojedynczego zdarzenia, ale konieczna jest ochrona przed możliwością wystąpienia ich ciągu, czyli tzw. zjawiska kumulacji. Niestety następne obszary wymagają już zabezpieczenia. W przypadku wysokiego ryzyka wynika to z faktu, że realizacja może być zagrożeniem. Natomiast w grupie ryzyka niedopuszczalnego należy się bezwzględnie przed nim zabezpieczyć, a nawet trzeba rozważyć możliwość rezygnacji z danej części działalności (Mentel, 2011).

1.5

Przyczyny niepewności

Procesom decyzyjnym nieodłącznie towarzyszą ryzyko i niepewność. Stopień rozpoznania obszarów tychże pojęć stanowi element decydujący o sukcesie i pozytywnym wyniku każdej decyzji. Wydaje się, że niepewność jest pojęciem szerszym, ryzyko z kolei pochodną niepewności o charakterze wymiernym. W ocenie przewidywanych korzyści lub skuteczności przedsięwzięć pojęcia te zależą zatem od:

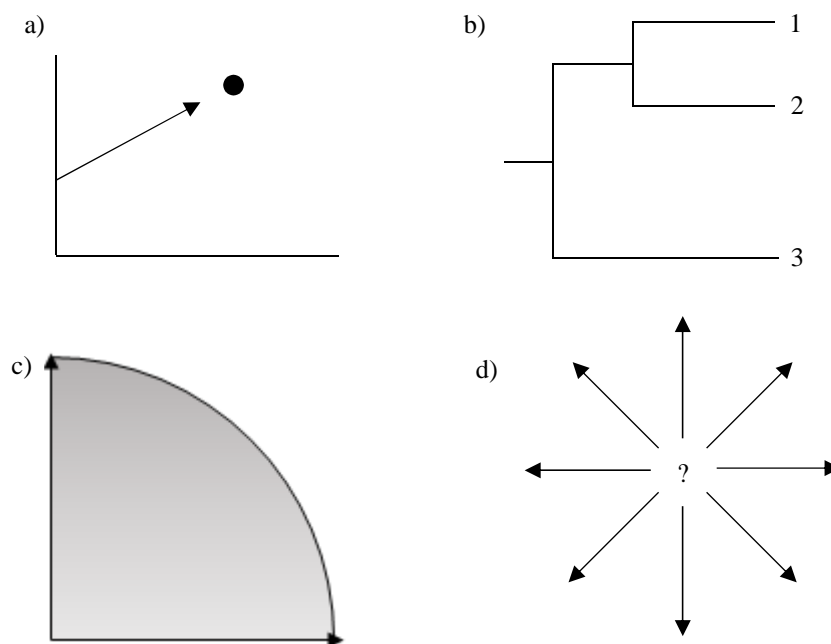
- jakości i liczby informacji, jaka jest dostępna decydentowi,
- dyspersji warunków realizacji i eksploatacji przedsięwzięcia.

Niepewność ma zatem wymiar informacyjny. Przyczyną jej jest brak niezbędnej informacji lub też niewiarygodność pozyskanej informacji bądź też brak wiedzy z określonego obszaru. W takim ujęciu trudno jest ustalić zarówno prawdopodobieństwo wystąpienia ewentualnych zagrożeń, jak i błędów określonych przedsięwzięć. Pojęcie niepewności można odnieść do każdej sytuacji, której nie można dokładnie opisać, bez względu na stopień tej dokładności lub też niedokładności (Grzybowski, 1994). Występuje wtedy, kiedy brak jest przesłanek lub też informacji do oszacowania prawdopodobieństwa niepożądanego zdarzenia.

Ogólnie można wyszczególnić trzy klasyczne sytuacje decyzyjne:

- sytuacja pewności – ma miejsce, gdy konsekwencje wyboru są pewne, opiera się na rozpoznanym obszarze wiedzy, a co za tym idzie pełnej i pożądanej informacji; skutki podejmowanych decyzji są w takim przypadku przewidywalne, a prawdopodobieństwo perturbacji znikome; charakteryzuje raczej przedsięwzięcia krótkotrwałe,
- sytuacja ryzyka – w tym przypadku konsekwencje wyboru są niepewne, lecz przewidywalne, można bowiem określić stopień prawdopodobieństwa ich wystąpienia; podejmowanie decyzji odbywa się w warunkach ryzyka; istotne jest to, że w takich warunkach można przyjąć dopuszczalny poziom ryzyka i na tej podstawie podejmować odpowiednie decyzje,
- sytuacja niepewności – brak jest jakiegokolwiek pewności, jeśli chodzi o konsekwencje wyboru, są one nieprzewidywalne, gdyż nie można w żaden sposób określić prawdopodobieństwa ich wystąpienia; przyczyną takiego stanu jest brak pożądanej informacji bądź też ta posiadana jest znacznie zniekształcona; w takim wariancie mamy do czynienia z podejmowaniem decyzji w warunkach niepewności, a wszelkie zdarzenia są trudne do określenia i obarczone sporym subiektywizmem.

Jeśli chce się dokonać analizy stanów niepewności, można wyróżnić jej cztery charakterystyczne poziomy (Courtney, Kirkland i Viguerie, 2004). Zostały one zaprezentowane na rysunku 1.11, który oddaje charakter specyfiki niepewności.



Rysunek 1.11. Cztery typy niepewności: a) mała niepewność, b) większa niepewność, c) niepewność obejmująca pewien obszar, d) duża niepewność

Źródło: opracowanie własne na podstawie: H. Courtney, J. Kirkland, P. Viguerie (2004), *Strategia w warunkach niepewności*, [w:] *Zarządzanie w warunkach niepewności*. HBR, Helion, Gliwice.

Pierwszy z zaprezentowanych wariantów stanowi zarazem pierwsze jej stadium (poziom). Odnosi się zasadniczo do niepewności w działaniach i przedsięwzięciach o krótkim horyzoncie czasowym i mających miejsce w przeszłości. Taki stan rzeczy pozwala na wyznaczenie ewentualnych trendów zmian w przyszłości. Dzięki oszacowaniu kierunku tendencji rozwojowych można scharakteryzować przyszłe stany z niedalekiej przyszłości, przy założeniu, że trend nie ulegnie zmianie. Istotne jest to, że w takim przypadku otrzymujemy jedną prognozę i co najważniejsze dość miarodajną. Sytuacja tego typu pozwala w znacznym stopniu na poznanie trendów i czynników oddziałujących, a tym samym odpowiednio przygotować się na przyszłe sytuacje.

Drugi poziom niepewności odnosi się do sytuacji, gdy można sformułować kilka alternatywnych, prawdopodobnych scenariuszy o różnych wariantach rozwoju, przy czym każdy z pierwszym poziomem niepewności. Każdy z wariantów stosunkowo łatwo jest sprecyzować i są one niezależne od siebie, jednak trudno jest przewidzieć, który faktycznie się urzeczywistni.

Kolejny trzeci poziom niepewności dotyczy przedziału możliwych sytuacji w przyszłości. Ponieważ trudno w tym wypadku o konkretny wynik, gdyż może

on znaleźć się w każdym punkcie w granicach rozpatrywanego przedziału, nie można – jak to miało miejsce na poziomie drugim – opracować niezależnych scenariuszy. Istotne jest to, że tzw. szeroki wachlarz prognozowanych wyników może mieć wpływ na procesy decyzyjne. Gdy przewidywane korzyści są spore, to działania są uruchamiane, a gdy ewentualne korzyści są znikome, rezygnuje się raczej z przedsięwzięcia bądź dokonuje jego zmiany.

Czwarty poziom niepewności, to wariant, który tworzą sytuacje trudne do przewidzenia. Jest to sytuacja, w której różnorakie czynniki wywołujące niepewność wzajemnie na siebie oddziałują. Należy przyznać, że w odróżnieniu od niepewności określonej trzecim poziomem nie da się w tym wypadku wskazać przedziału ewentualnych wyników, jak i prawdopodobnych scenariuszy w tym przedziale, brak jest także możliwości zidentyfikowania istotnych czynników, zmiennych determinujących przyszłe zdarzenia. Taki stan jest traktowany raczej jako krótkotrwały, przejściowy i kwestią czasu jest przejście tego typu niepewności w niepewność trzeciego czy drugiego stopnia.

Dokonując przeglądu zagadnień związanych z ryzykiem i niepewnością, a tym bardziej charakterystyki, stopniowania skali tychże pojęć, warto zwrócić uwagę na przyczyny samej niepewności. Po opisie źródeł ryzyka zasadne jest przedstawienie również przyczyn niepewności.

W literaturze przedmiotu (Drewnowski, 1937) niepewność dzieli się na wewnętrzną i zewnętrzną. Odnosząc ten podział do przedsiębiorstwa, w wewnętrznych przyczynach niepewności upatruje się niedostateczną jego znajomość, brak umiejętności kierowniczych, błędy w ocenach istniejących i prognozowanych mocy produkcyjnych czy też wadliwą organizację poszczególnych komórek organizacyjnych, jak chociażby wydziałów. Niepewność ta może wywoływać zachwianie znanego i akceptowanego stanu równowagi, który może być groźny dla dalszego trwania całego przedsiębiorstwa (Simon, 2007; Koźmiński i Latusek-Jurczak, 2011). Zewnętrzne przyczyny niepewności (Jasińska, 2015; Grzybowski, 1995) są natomiast konsekwencją błędów w przewidywaniu cen czynników produkcji oraz popytów na wytwarzane wyroby.

Niepewność powodowana czynnikami tkwiącymi wewnątrz firmy rośnie w miarę wzrostu samego przedsiębiorstwa. W stosunku do niepewności zewnętrznej sytuację mamy dwojaką. Gdy przedsiębiorstwo produkuje jeden tylko wyrób, to wartość jej rośnie wraz ze wzrostem rozmiarów produkcji. Jeśli jednak wraz ze wzrostem rozmiarów działalności podmiotu dokonuje się dywersyfikacja wytwarzanych i sprzedawanych wyrobów, to zależność tego typu niepewności od rozmiarów produkcji jest odwrotnie proporcjonalna. W miarę rozszerzania działalności przedsiębiorstwa przez nakłady inwestycyjne niepewność maleje na skutek wzajemnego znoszenia się niepewności związanych z poszczególnymi wyrobami.

W działalności gospodarczej można wyróżnić również tzw. czynniki losowe niepewności. Ten typ niepewności powodują zdarzenia losowe o różnym charakterze. Część z nich to nagłe i głębokie przeobrażenia w warunkach klimatyczno-

-atmosferycznych, takie jak burza gradowa, powódzie, trąba powietrzna. Inne są zaś skutkiem działalności ludzkiej, jak awarie maszyn i urządzeń.

Niepewność ta w znacznej większości może być względnie przewidziana, co sprawia, że od tego typu zdarzeń można się ubezpieczyć. Specyficzny charakter zdarzeń losowych polega na tym, że powodują one skutki jednoznaczne, straty gospodarcze, przy czym ubezpieczenie się od nich istnieje tylko w odniesieniu do mikroskali. Warto jednak podkreślić, że niekiedy można całkowicie wyeliminować tego typu wypadki, jak np. w przypadku powodzi spowodowanych nagłym przybojem rzek. Postęp techniczny pozwala na skuteczną walkę ze zdarzeniami losowymi, dostarczając coraz to doskonalszych środków, rodzi jednak kolejne zagrożenia, głównie typu awaryjnego.

Obecnie istotnego znaczenia nabierają tzw. czynniki przyrodnicze w dziedzinach działalności uzależnionych od warunków naturalnych. Chodzi oczywiście tutaj o takie branże gospodarki, jak rolnictwo, budownictwo, transport czy też komunikacja. Współcześnie analiza tego rodzaju przyczyn jest niezwykle istotna, ponieważ zjawiska przyrodnicze znacząco wpływają na wyniki określonych przedsięwzięć inwestycyjnych. Świadczą o tym liczne badania prowadzone na całym świecie.

Do tego rodzaju czynników zaliczamy wyłącznie takie zmiany w naturalnych warunkach gospodarowania, które nie mają charakteru zdarzeń losowych. Mieszczą się zatem w pewnych normalnych dla danego regionu granicach. Niepewność spowodowana czynnikami przyrodniczymi maleje logarymicznie wraz ze wzrostem nakładów inwestycyjnych. Jest to przejawem stale wzrastającej w tym wypadku niezależności człowieka od stanów natury. Dodatkowo można postawić wniosek, że efekty ewentualnej produkcji nie tylko wzrastają w wyniku wdrażania postępu technologicznego, lecz także charakteryzują się mniejszą amplitudą wahań, co poniekąd świadczy o ich multiplikatywnej naturze.

Kolejną grupę przyczyn niepewności stanowią czynniki rozwojowe. Jest to również niebagatelna grupa determinantów niepewności, ponieważ jest ściśle związana z szeroko pojętą innowacją. Dotyczy zarówno innowacji technicznych, jak i organizacyjnych. Tego typu innowacje nazywamy krótko postępowaniem technicznym i organizacyjnym, gdyż odnoszą się zarówno do zmian w ukształtowanych relacjach czynników wytwórczych, jak i zasadniczych zmian w organizacji procesu gospodarczego. Czynniki te wywierają wpływ na intensywność procesów rozwoju gospodarczego, na zakres podejmowanych inicjatyw, a tym samym na efektywność procesów gospodarczych.

Ważnym problemem w przypadku tego rodzaju czynników jest fakt, że w dłuższym okresie nie można przewidzieć wszystkich innowacji, jakie zostaną wdrożone w procesie gospodarowania, a zatem nie można również przewidzieć wszystkich skutków wynikających z ich wdrożenia. Wszelkie przewidywania w tym zakresie mogą dokonywać się z dużą skutecznością w stosunkowo krótkim

okresie. Niepewność powodowana czynnikami rozwojowymi wzrasta wraz z wydłużaniem się horyzontu czasowego, a jej rozmiary zależne są od wielkości wspomnianych nakładów na postęp techniczny i organizacyjny.

Ostatni rodzaj czynników wywołujących niepewność to czynniki rynkowe. Zaliczyć tutaj możemy głównie zmiany w układzie cen środków produkcji, wynagrodzeń czy też w przewidywanych popytach sprzedawanych wyrobów. Ich działanie ujawnia się w wyniku zmian w przewidywanym układzie dat rynkowych, które to faktycznie są niezależne od jednostek gospodarczych.

Skala niepewności wywołanej przez rozpatrywane przyczyny zależy od amplitudy wahań w układzie dat rynkowych. Należy jednak podkreślić, że działanie tego typu czynników generowania niepewności nie ogranicza się tylko i wyłącznie do fluktuacji cen rynkowych, gdyż nawet stabilność cen nie eliminuje w całości niepewności. Występują tu bowiem odchylenia między planowaną i rzeczywistie ukształtowaną konfiguracją podaży i popytu na wytwarzane dobra i usługi materialne.

2

Proces zarządzania ryzykiem

Banalnym można określić stwierdzenie, że każde przedsięwzięcie gospodarcze jest obarczone ryzykiem. Kluczowym problemem dla inwestora jest wskazanie, gdzie to ryzyko występuje, jak duże ono jest, jaki może mieć wpływ oraz co można zrobić, by je wyeliminować bądź ograniczyć (Mentel, 2011).

Ogół zagadnień i mechanizmów, które pozwalają na całościowe podejście do wymienionego problemu, zwany jest potocznie procesem zarządzania ryzykiem²⁰. Proces ten dotyczy rozpoznawania rodzaju ryzyka, z jakim organizacja może mieć do czynienia, jego kontrolowania i pomiaru. O zarządzaniu ryzykiem można mówić wówczas, gdy ryzyko może być skwantyfikowane (Tarczyński i Mojsiewicz, 2001). Stanowi ono istotny element kierowania systemem postępowania, postrzegania, myślenia, umożliwiającą stałą kontrolę nad zagrożeniami, na jakie narażone jest dane przedsięwzięcie.

Jakkolwiek określenie to jest przyjęte i powszechnie stosowane, to stale budzi wątpliwości i sprzeczności. Taki stan wynika z faktu, że stwierdzenie „zarządzanie” warunkuje posiadanie władzy nad danym zjawiskiem, co nie ma tutaj miejsca. Drugi człon „ryzyko” oznacza bowiem, że dane zjawisko ma charakter losowy, który jest wyłączony spod woli ludzkiej. Pojęcia te zatem wzajemnie się wykluczają (Ronka-Chmielowiec, 1998). Podczas analizy rozpatrywanego zjawiska należy pamiętać, że ryzyko zależy od prawdopodobieństwa wystąpienia straty i od wielkości straty. Obie te wielkości mogą być statystycznie oszacowane. W takim ujęciu ryzyko jest więc liczbą, a nie zmienną losową, co pozwala na jego zarządzanie jak każdą dowolną wartością materialną.

Rozdział ten to literaturowy przegląd zagadnień dotyczących procesu zarządzania ryzykiem. Odnosi się zarówno do jego aspektów teoretycznych, jak i bardziej praktycznych, w których zwrócono uwagę na opis metod zarządzania ryzykiem w ujęciu ogólnym oraz ilościowym. Porusza on również kwestie modeli stosowanych w procesie diagnozy i sterowania ryzykiem. Zwieńczeniem tej części pracy jest charakterystyka współczesnych teorii zarządzania ryzykiem.

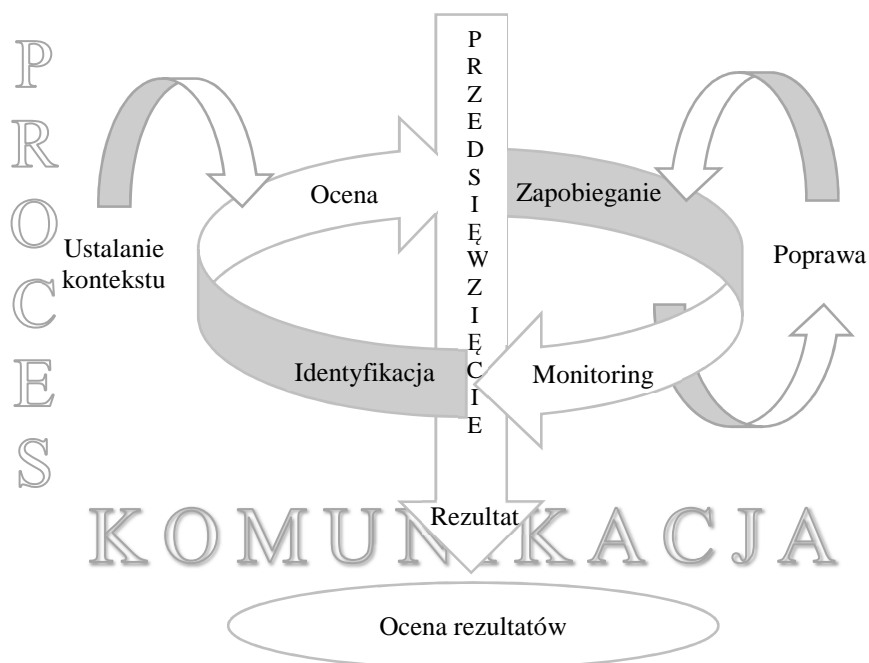
²⁰ Zarządzanie ryzykiem to system metod i działań zmierzających do obniżenia stopnia oddziaływania ryzyka na funkcjonowanie podmiotu gospodarczego i do podejmowania w tym celu optymalnych decyzji. Szczegółowe poznanie charakteru i zakresu potencjalnego ryzyka pozwala na wybór w odpowiednim czasie czynności zapobiegawczych (np. ubezpieczenie od niektórych rodzajów ryzyka) bądź też minimalizujących jego wpływ i skutki

2.1

Charakterystyka procesu. Ogólne metody zarządzania ryzykiem

Przechodząc do analizy procesu zarządzania ryzykiem, należy zwrócić uwagę na jego złożoność. Z klasycznych definicji wynika, że proces ten polega głównie na kontroli, co nie jest jednak prawdą. Owszem dotyczy on kontrolowania, ale w takim samym stopniu także rozpoznawania ryzyka i jego identyfikacji. Dodatkowo po rozpoznaniu następuje jego pomiar. Jeżeli poszczególne rodzaje ryzyka nie są w pełni precyzyjnie kwantyfikowane, to nie można go kontrolować (Mentel, 2011).

Stwierdzenia te świadczą zatem o złożoności problemu i możliwości wyodrębnienia w nim kilku działań. Wyróżnia się cztery klasyczne etapy procesu zarządzania ryzykiem (rysunek 2.1): identyfikację, ocenę, tzw. zapobieganie oraz monitorowanie (jako etap końcowy). Wszystko to tworzy ramy oceny i kontroli ryzyka.



Rysunek 2.1. Koncepcja zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie własne.

Wydaje się konieczne uszczegółowienie przedstawionej koncepcji przez dokładniejszy opis faz całego procesu. Zasadność takiego podejścia potwierdza podział przedstawiony przez T.T Kaczmarek (Kaczmarek, 2005) (tabela 2.1). Dzięki uporządkowaniu poszczególnych faz dokonuje się systematyki przyjętej koncepcji.

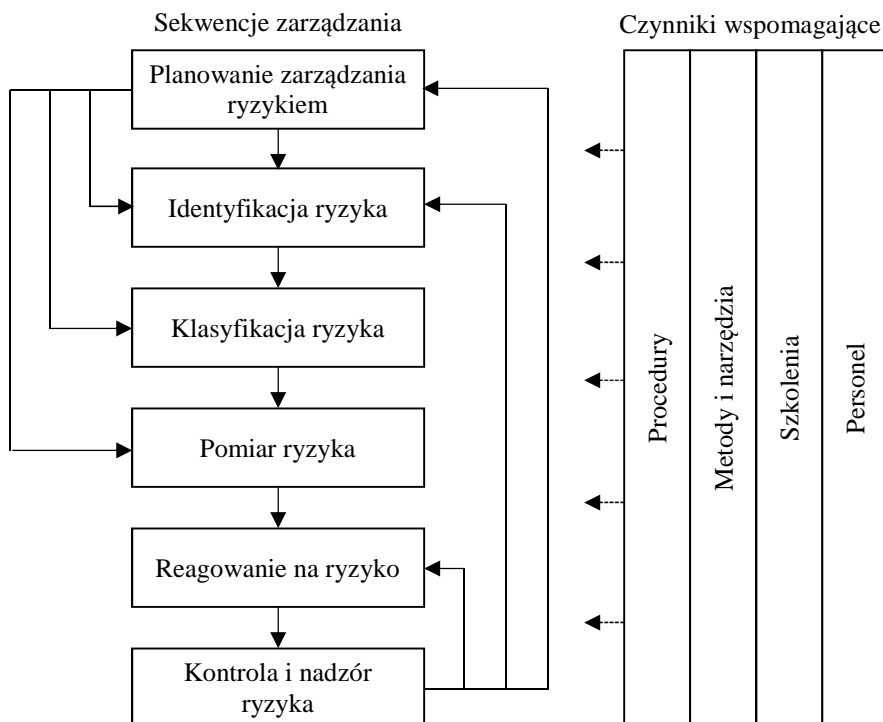
Tabela 2.1. Fazy procesu zarządzania ryzykiem

Kolejne fazy	Podjęmowane działania
Identyfikacja ryzyka (w tym system wczesnego ostrzegania)	<ul style="list-style-type: none"> – ustalenie przyczyn ryzyka, – stwierdzenie możliwych następstw, – identyfikacja podmiotów dotkniętych ryzykiem.
Analiza ryzyka	<ul style="list-style-type: none"> – ustalenie prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia, – ustalenie konsekwencji danego zdarzenia.
Sformułowanie wariantów	<ul style="list-style-type: none"> – ustalenie możliwych alternatyw, – analiza nakładów i kosztów poszczególnych alternatyw (wariantów).
Ocena ryzyka	<ul style="list-style-type: none"> – stwierdzenie gotowości oraz ustalenie zdolności podmiotu do podejmowania ryzyka, – ustalenie faktycznego poziomu ryzyka, – kwalifikacja zastosowania możliwych alternatyw do opanowania ryzyka.
Decyzje i działania w obszarze ryzyka (sterowanie ryzykiem)	<ul style="list-style-type: none"> – wybór narzędzi, – ustalenie priorytetów, – zastosowanie optymalnej kombinacji.
Kontrola, monitoring i ocena podjętych działań	<ul style="list-style-type: none"> – sprawdzenie i ocena <i>ex post</i> skutków podjętych działań, – nowe uformowanie procesu zarządzania ryzykiem w przypadku błędnej decyzji, – dalsze korzystanie z narzędzi, które zapewniły sukces w zarządzaniu ryzykiem.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: T.T. Kaczmarek (2005), *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem*, Difin, Warszawa.

Podobnie proces zarządzania ryzykiem prezentuje J. Łunarski (2010). Jego propozycja dodatkowo uwzględnia czynniki wspomagające cały proces. Analogią do zaprezentowanej koncepcji jest również podział na sześć sekwencji (rysunek 2.2).

W zarządzaniu ryzykiem bez względu na podejście poznanie niebezpieczeństw następuje zwykle dwuetapowo. W pierwszej kolejności dokonywana jest identyfikacja występującego ryzyka, a następnie dokładna jego ocena i pomiar. Takie podejście pozwala na głębsze poznanie całego zagadnienia i na wykluczenie przypadkowych decyzji.



Rysunek 2.2. Procesy zarządzania ryzykiem oraz czynniki wspomagające

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Łunarski (2010), *Inżynieria systemów i analiza systemowa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.

Pierwsza faza opanowywania ryzyka zaczyna się zawsze z chwilą rozpoczęcia trzystopniowej identyfikacji, tj.:

- określenia obszarów ryzyka,
- identyfikacji źródeł,
- określenia poszczególnych źródeł ryzyka.

Poprawna identyfikacja polega na ustaleniu przyczyn występowania ryzyka, przewidywaniu możliwych następstw oraz na jego zrozumieniu i obserwacji. Dopiero w dalszym etapie dokonuje się oceny prawdopodobieństwa zaistnienia szkody, ewentualnych konsekwencji czy też możliwych form. Nadrzędnym celem tego etapu jest więc znalezienie, wykazanie i charakterystyka zagrożeń, które mogą mieć wpływ na osiągnięcie uzgodnionych celów przedsięwzięcia czy też projektu lub jego faz.

Ważne jest jednak to, aby podczas identyfikacji ryzyka nie brać pod uwagę ani wielkości poszczególnych zagrożeń, ani prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Wyraźne oddzielenie części poznawczej, jaką w tym wypadku jest identyfikacja niebezpieczeństw, od technicznej, którą z kolei stanowi pomiar, ma głęboki

sens. Trudno jest przecież mierzyć ryzyko, gdy nie zna się jeszcze przedmiotu pomiaru. Samo poznanie ryzyka prowadzi do wskazania nie tylko możliwych bezpośrednich skutków jego realizacji, lecz także głównie możliwych oraz wszystkich efektów wystąpienia konkretnych zdarzeń.

Nadrzędnym celem rozpatrywanej sekwencji procesu zarządzania ryzykiem jest określenie stopnia niepewności, na jaką narażone jest przedsięwzięcie. Wymaga to jednak szczegółowej wiedzy na temat przedsięwzięcia, rynku, na którym działamy, jak i jego prawnego, społecznego, politycznego czy też kulturowego otoczenia. Ponadto ważne jest, aby dogłębnie zrozumieć cele, w tym czynników kluczowych, dla ich osiągnięcia, a także zagrożenia oraz szanse związane z ich realizacją.

Skuteczne zarządzanie ryzykiem jest całkowicie zależne od identyfikacji zagrożeń. W większości przypadków polega ona na przewidywaniu i interpretacji obszarów problemowych.

Identyfikując ryzyko, należy rozważyć jego wpływ na wszystkie cele projektu. Cele te zwykle dotyczą kosztów, czasu i jakości. Mogą one również zawierać inne cele, które odnoszą się do ustawowych i regulacyjnych zgodności, bezpieczeństwa, niezawodności, odpowiedzialności oraz zdrowia czy też ochrony środowiska.

Jak więc można zauważyć, etap ten nie jest prosty. Nie trudno popełnić wiele błędów, które nie zawsze wynikają z braku doświadczenia, lecz często ze złożoności problemu. Często bowiem w badaniu można pominąć jakiś niestandardowy rodzaj ryzyka. W innych sytuacjach jedno ryzyko może stanowić przyczynę do znacznej liczby szkód, co czasem prowadzi do pominięcia części z nich jako mniej istotnych. Podczas próby ewidencji wszystkich szkód trudne jest także dotarcie do kolejnych, pośrednich skutków zdarzenia. Wymienione słabości stanowią zatem element, którego nie zawsze jesteśmy w stanie się wystrzec, na które jesteśmy skazani, chcąc zidentyfikować ryzyko.

Po etapie pierwszym następuje jakościowa i ilościowa ocena ryzyka (tabela 2.2) stanowiąca jego pomiar. Dokonując dokładnego mierzenia ryzyka, musimy pamiętać, aby proces ten obejmował dwa aspekty:

- wielkość ryzyka rozumianą jako wysokość prawdopodobnej i/lub maksymalnej straty,
- prawdopodobieństwo realizacji (czyli wystąpienia) danego ryzyka (Mentel, 2011).

Tylko i wyłącznie kompilacja tych dwóch elementów w pełni obrazuje skalę zagrożeń.

Należy podkreślić, że tak rozumiany pomiar ryzyka to również proces złożony. W pierwszym etapie należy dokonać analizy mającej na celu jego kwantyfikację oraz ocenę zidentyfikowanych czynników w kontekście prawdopodobieństwa i ewentualnych skutków ich wystąpienia. Dopiero później mamy sposobność do oszacowania wartości oczekiwanej ryzyka (czyli jego ekspozycji) i na dobór stosownych w danych warunkach strategii walki z nim.

Tabela 2.2. Narzędzia stosowane do oceny ryzyka

Narzędzia i techniki	Proces oceny ryzyka				
	identyfikacja ryzyka	analiza ryzyka			ocena ryzyka
		konsekwencje	prawdopodobieństwo	poziom ryzyka	
Burza mózgów	SD	ND	ND	ND	ND
Wywiady strukturyzowane lub półstrukturyzowane	SD	ND	ND	ND	ND
Technika delficka	SD	ND	ND	ND	ND
Check-list	SD	ND	ND	ND	ND
Podstawowa analiza zagrożeń	SD	ND	ND	ND	ND
Badania funkcjonalności i hazardu (HAZOP)	SD	SD	D	D	D
System analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli (HACCP)	SD	SD	ND	ND	SD
Środowiskowa ocena ryzyka	SD	SD	SD	SD	SD
Struktura (co jeśli?) SWIFT	SD	SD	SD	SD	SD
Analiza scenariuszy	SD	SD	D	D	D
Analiza wpływu działalności	D	SD	D	D	D
Analiza przyczyn	ND	SD	SD	SD	SD
Analiza drzewa błędów	D	ND	SD	D	D
Analiza drzewa zdarzeń	D	SD	D	D	ND
Analiza przyczyn i konsekwencji	D	SD	SD	D	D
Analiza przyczynowo-skutkowa	SD	SD	ND	ND	ND
Analiza <i>Layer protection</i> (LOPA)	D	SD	D	D	ND
Drzewa decyzyjne	ND	SD	SD	D	D
Analiza ludzkiej niezawodności	SD	SD	SD	SD	D
Analiza <i>Bow tie</i>	ND	D	SD	SD	D
Identyfikacja błędów projektowych <i>Sneak analysis</i> (SA)	D	ND	ND	ND	ND
Analiza Markowa	D	SD	ND	ND	ND
Symulacja Monte Carlo	ND	ND	ND	ND	SD
Statystyki i sieci bayesowskie	ND	SD	ND	ND	SD
Krzywe FN	D	SD	SD	D	SD
Wskaźniki ryzyka	D	SD	SD	D	SD
Macierz konsekwencje/prawdopodobieństwo	SD	SD	SD	SD	D
Analiza korzyści i kosztów	D	SD	D	D	D
Wielokryterialna analiza decyzji (MCDA)	D	SD	D	SD	D

SD – silnie dotyczy, D – dotyczy, ND – nie dotyczy.

Źródło: opracowanie własne.

Wszelkie tego typu działania mają na celu:

- uniknięcie ryzyka w ogóle,
- zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń,
- redukcję potencjalnych konsekwencji,
- transfer bądź podział ryzyka,
- podjęcie ryzyka.

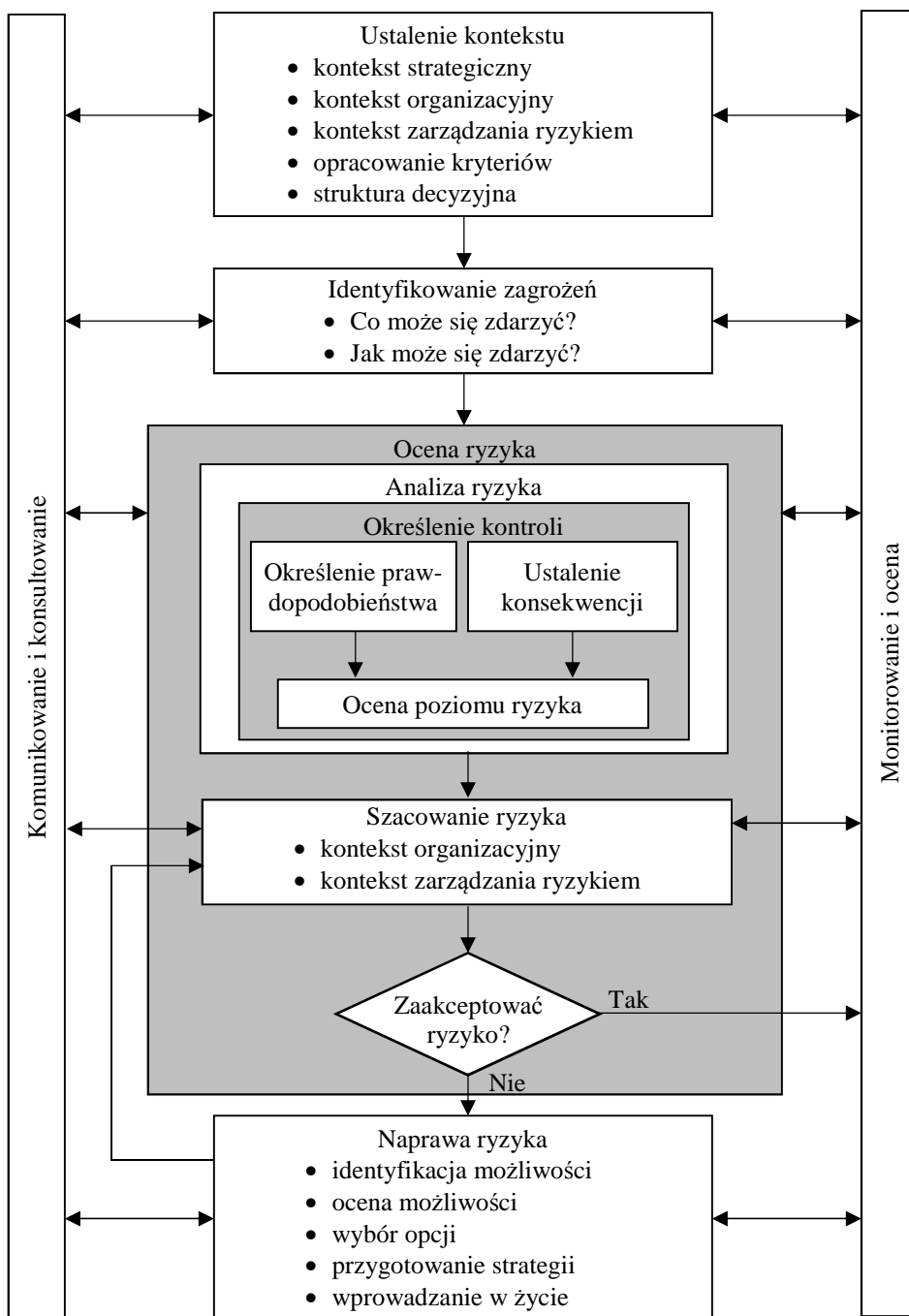
Podobnie jak przy identyfikacji, należy podkreślić, że zarówno pomiar w wyniku określenia prawdopodobieństwa oraz ocena możliwych skutków nie są wcale proste. Główny problem stanowi brak możliwości wiarygodnej kwantyfikacji ryzyka, jeśli nie dysponujemy bogatym rejestrem niebezpieczeństw w analogicznych przedsięwzięciach w przeszłości. Ponadto brak dostępu do statystyk ryzyka powoduje, że pozostaje nam posługiwanie się informacjami ogólnodostępnymi bądź opiniami ekspertów. Brak pewnych możliwości w tym zakresie powoduje często konieczność stosowania tzw. opisowej kwantyfikacji ryzyka. Nie wolno wówczas zapomnieć, że bardzo ograniczona jest faktyczna ekspozycja przedsięwzięcia na różne zagrożenia.

Ostatnia faza zarządzania ryzykiem to tzw. sekwencja kontroli, której głównym celem jest zapobieganie stratom. Etap ten traktuje się jako prewencję, zarówno szkodową, jak i ubezpieczeniową.

Ogólnie wyróżnić można dwa elementy, takie jak zapobieganie stratom i ich redukcja. Pierwsze z wymienionych ukierunkowane jest na obniżenie prawdopodobieństwa obiektywnego danego ryzyka. Można założyć, że jest to pozytywna metoda manipulacji ryzykiem. Drugi element to z kolei zespół działań podejmowanych w celu redukcji skali ewentualnych strat, które mogą wynikać z niedoskonałości działań o charakterze zapobiegawczym. Co jednak istotne, nie eliminują prawdopodobieństwa obiektywnego ryzyka.

Należy podkreślić, że w celu zainicjowania właściwej kontroli ryzyka należy dobrze podejść do wcześniejszych etapów, gdyż charakterystyka ich efektów, tj. identyfikacji, oceny i pomiaru, daje tzw. model ryzyka. W ten sposób otrzymuje się opis zagrożeń ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka katastroficznego i to autonomicznie od przyjętego dla tego dokumentu określonego schematu. Często taki model zawiera dodatkowe wskazówki co do potencjalnych metod podjęcia ryzyka. Ma to miejsce głównie wtedy, kiedy wskazania wiążą się z edukacją czy też wprowadzeniem pewnych procedur bezpieczeństwa, dużo rzadziej w przypadku transferu samego ryzyka lub finansowych skutków jego realizacji.

Ważne jest także, aby rozpatrzeć prawdopodobne korzyści będące konsekwencją wprowadzenia działań obniżających ryzyko. Istotne jest to głównie z punktu widzenia kosztów, jakie musimy ponieść, a które to mogą się okazać znacznym obciążeniem. Chodzi tu o uniknięcie sytuacji, kiedy osiągnięte korzyści nie rekompensują nakładów, jakie zostały poniesione w celu ich osiągnięcia.



Rysunek 2.3. System zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie własne.

Zdaniem W. Tarczyńskiego i M. Mojsiewicz (2001) kontrola ma na celu ograniczanie i ciągle monitorowanie ryzyka. Wyróżnia się tym samym dwie metody jej skutecznienia: fizyczną i finansową. Nie odbiega to jednak od tego, co zostało wcześniej przedstawione.

Pierwsza z nich to ogół działań, których celem jest redukcja ryzyka. Możemy mieć tutaj do czynienia z dwoma sytuacjami: całkowitej eliminacji prawdopodobieństwa straty bądź też istotnego zmniejszenia ryzyka dzięki wykorzystaniu miar pozwalających określić częstotliwość oraz rozmiar szkód.

Rozpatrując drugi, finansowy aspekt monitorowania ryzyka, należy odnieść go do samodzielnego zarządzania nim bądź rozważyć go w kontekście przeniesienia na inny podmiot. W tym wypadku występują dwa warianty. Pierwszy zatrzymuje ryzyko i walczy z jego konsekwencjami, ma więc na celu stałą analizę i przeciwdziałanie, drugi przesuwając odpowiedzialność w wyniku transferu i jest swego rodzaju ucieczką przed odpowiedzialnością. Drugi wariant staje się zasadny, gdy nie jest się w stanie zastosować skutecznych narzędzi w walce z zagrożeniami, w innym wypadku jest wynikiem zaniedbania.

Reasumując, należy podkreślić, że proces zarządzania ryzykiem może przyjmować różne postacie. Może się zdarzyć, że pominięcie pewnego elementu będzie skutkowało wystąpieniem zakłóceń mimo wielu starań. Działa tutaj zasada, że organizm chory zaraża organizm zdrowy. Nie może więc być tego typu działań, które nie są objęte procesem. Wówczas istnieje obawa, że obszar, który nie podlega ochronie, może być przyczyną szkody bądź nawet kilku szkód. Konieczne jest zatem kompleksowe podejście do problemu (rysunek 2.3).

W odniesieniu do metod zarządzania ryzykiem, które stanowią trzon całego systemu, można wyróżnić koncepcje ogólne i bardziej szczegółowe. Do pierwszej z wymienionych grup zaliczamy m.in. tzw. opisową ocenę ryzyka. Podejście to pokazuje, że ocenę można dokonać nie tylko w ujęciu liczbowym, posługując się konkretnymi miarami, lecz także w sposób opisowy, dokonując skalowania ewentualnych zagrożeń.

Najprostszym podziałem w tym zakresie jest rozbicie na niskie, średnie i wysokie ryzyko. Nie znaczy to jednak, że nie można spotkać innych koncepcji w tym zakresie. Każde ujęcie wymaga jednak zarówno zidentyfikowania rodzajów ryzyka, jak i ich oceny liczbowej. Wówczas możliwe jest stworzenie odpowiedniej skali, jak np. tej zaproponowanej w tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Przykład współzależności ryzyka i prawdopodobieństwa niepowodzenia

Ocena ryzyka	Prawdopodobieństwo niepowodzenia (%)
Żadne	0
Małe	1-10
Średnie	10-20
Znaczne	20-30
Duże	30-50

Źródło: opracowanie własne.

Warto podkreślić, że zmieniające się sytuacje powodują zmiany zagrożeń w trakcie realizacji danego przedsięwzięcia. Ryzyko należy stale kontrolować i monitorować, odpowiadając przy tym na kilka pytań kontrolnych, np. czy nastąpiła zmiana ryzyka w stosunku do poprzedniego okresu bądź też czy pojawiły się nowe rodzaje ryzyka. Zwiększenie nadmiernego ryzyka – powyżej dopuszczalnego progu – powinno stanowić bodziec, sygnał do niezwłocznej reakcji i podjęcia działań korygujących i zapobiegawczych. Nie bez znaczenia jest również intuicja i umiejętności ekspertów oraz doświadczenie menedżerów podejmujących decyzje (Matuszewski, 1996).

Kolejny element stanowić może katalog czynników ryzyka. Naczelnym celem tej metody jest rozpoznanie ryzyka przez systematyczne ujęcie wszystkich zagrożeń, które mogą stanowić istotną przeszkodę w realizacji określonego przedsięwzięcia.

Polega ona na identyfikacji sytuacji decyzyjnej, co prowadzi do głębokiej analizy szans i zagrożeń ze strony otoczenia oraz mocnych i słabych stron. Określając wspomniane sytuacje decyzyjne, można opracować listy pytań, których celem jest identyfikacja wspomnianych niebezpieczeństw. Opracowane pytania powinny być postawione dość „szeroko”, co oznacza, że powinny dotyczyć zarówno kwestii związanych z samym celem, problemem działania, jak i zmiennymi decyzyjnymi czy też kompletnością i wiarygodnością posiadanych danych i ich charakterem. Ponadto ewentualne niejasności w takim przypadku dotyczą również spraw związanych ze strukturą czasową przedsięwzięcia, kwestii istnienia obszarów swobody w zakresie ewentualnych rozwiązań czy też czasu na ich przygotowanie, ulepszanie i dostosowanie do przyszłych warunków itp. Odpowiedzi na wymienione przykładowe problemy pozwalają m.in. na skoncentrowanie uwagi wyłącznie na danych istotnych, na rozróżnienie zdarzeń pewnych od tego co jest niepewne, na aktualizację wcześniejszych prognoz, na tworzenie ewentualnych scenariuszy możliwych zmian czy też w końcu na zastosowanie modelowania matematycznego w celu uzyskania pewnych symulacji co do przyszłych stanów.

Systematyzacja uzyskanych w wymienionym procesie informacji skutkuje stworzeniem wspomnianego katalogu czynników ryzyka, stanowiącego swego rodzaju kompendium wiedzy na temat czynników ryzyka, z jakimi możemy mieć do czynienia dla określonych funkcji w procesie zarządzania.

Analiza profilowa (metoda równie subiektywna jak poprzednie) polega na gradacji mocnych i słabych stron w działalności przez ich tzw. wycenę. Jak wskazuje S. Nahotko (1997), silne strony mają na celu budowę na nich strategii, a identyfikacja słabych na unikanie problemów.

Głównym celem zastosowania metody jest pozyskanie informacji określających obszary strategiczne, w których wymagana jest natychmiastowa interwencja czynników w obszarach strategicznych kreujących niebezpieczeństwo (bądź też są atutami) czy też w końcu wskazujących na ogólną kondycję firmy.

Warto tutaj nadmienić, że stosowane kryteria oceny mają głównie charakter jakościowy, a ewentualne ilościowe skalowanie ekspertów wynika wyłącznie

z ich wiedzy i doświadczenia. Niebagatelne zadanie odgrywa powszechnie znana analiza SWOT²¹, w ramach której wyróżnia się analizę zewnętrzną (okazje i zagrożenia) oraz analizę wewnętrzną (silne i słabe strony) (Tarczyński, 1995).

Pierwsza z wymienionych to badanie tych obszarów na zewnątrz organizacji, które wpływają na jej funkcjonowanie, lecz pozostają poza kontrolą przedsiębiorstwa. Powinna obejmować obszary środowiska zewnętrznego (otoczenie dalsze). Należy rozważyć takie zagadnienia, jak: konkurencja, postęp techniczny, sytuacja w gospodarce krajowej i na świecie (szczególnie kryzysy, inflacja, działalność rządu, prawo, podatki itp.) (Drulik, 1993).

Analiza wewnętrzna polega na określeniu obecnego potencjału przedsiębiorstwa, prowadzonej przez niego działalności i możliwości rozwojowych niezależnych od otoczenia. Zasadniczym jej celem jest zbadanie i ocena materialnych i niematerialnych czynników sprzyjających rozwojowi organizacji lub utrudniających jej funkcjonowanie obecnie i w przyszłości (Tarczyński, 1995). Mnogość elementów, które można w jej ramach wyróżnić, zmusza do oceny jedynie tych najważniejszych. G. Lancaster i L. Massinghama (1993) wyróżniają w tym zakresie cztery grupy czynników:

- marketingowe – znaki towarowe, ranga produktu, image firmy, dystrybucja, możliwości sprzedaży, systemy marketingowe,
- finansowe – koszt kapitału, płynność finansowa, zyskowość, struktura aktywów i pasywów, stosunek cen do dochodów,
- produkcyjne – wiek urządzeń, systemy i zdolności produkcyjne, kontrola jakości,
- personalne – poziom załóg, planowane zasoby pracy, adaptacyjność, sytuacja finansowa, warunki pracy.

Wśród metod ogólnych zarządzania ryzykiem, można wyróżnić system wczesnego ostrzegania, który odgrywa istotne zadanie np. przy ewentualnych zagrożeniach pogodowych. Proces ten opiera się na pozyskiwanych informacjach, a jego podstawowym zadaniem jest sygnalizowanie wszelkich zagrożeń. Aby system mógł działać sprawnie, poza etapem pozyskiwania informacji o wszelkich zmianach, musimy dokonać ich analizy, a później przekazać do tzw. etapu planowania sygnałów, umożliwiającego identyfikację ryzyka oraz szans.

W literaturze wyróżnia się trzy formy tego systemu. Pierwsza, wykorzystywana głównie w planowaniu krótkookresowym, określana jest mianem systemu informacyjnego. Głównym jej celem jest ostrzeganie o występujących odchyleniach między tym, jak powinno być, a tym, jak jest. W dłuższym czasie bardziej przydatny okazuje się operacyjny system wczesnego ostrzegania. Ten rodzaj systemu opiera się na specjalnie wybranych obszarach obserwacji i określonej dla nich grupie wskaźników. Jego podstawową funkcją jest określenie prawdopodobnych szans i zagrożeń zarówno z otoczenia zewnętrznego, jak i wewnętrznego.

²¹ SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*.

Ostatnia, trzecia grupa to tzw. systemy strategiczne, które wywodzą się z koncepcji „słabych sygnałów” (Hunek, 1989).

Użytecznością systemów wczesnego ostrzegania jest dostarczanie informacji w przypadku zmian odbiegających od założonych granic tolerancji. Ponadto pozwalają na obserwację i analizę symptomów niebezpieczeństw, dzięki czemu uzyskujemy pewien margines czasu niezbędny do wprowadzenia ewentualnych mechanizmów, korekt mających na celu ich ograniczenie.

Ostatnią z rozpatrywanych metod jest wyrównywanie ryzyka. W ujęciu tym dokonujemy równoległej realizacji kilku różnych projektów badawczych. Wychodzi się tutaj z założenia, że im większa jest ich liczba, tym mniejsze ryzyko badań. Straty, jakie możemy ponieść w wyniku realizacji jednych projektów, są rekompensowane przez zyski z udanych innowacji technicznych.

Ten aspekt zarządzania ryzykiem dotyczy jednak głównie dużych firm, które są w stanie unieść koszty rozległych, zróżnicowanych badań. Małe przedsiębiorstwa raczej są pozbawione możliwości korzystania z tej koncepcji.

Jak wskazują niektórzy (Hick, 1948), odmianą wyrównywania ryzyka jest metoda kompensacji ryzyka. Zakłada ona, że można doprowadzić do sytuacji, kiedy jedne rodzaje ryzyka równoważą inne. Wówczas całość zagrożeń ulega redukcji i wzajemnego znoszenia.

2.2

Ilościowe ujęcie zarządzania ryzykiem

Po analizie jakościowej należy skupić się na metodach ilościowych w procesie zarządzania ryzykiem. W przeciwieństwie do wcześniej omówionych analizowana grupa daje bardziej wymierne efekty w kontekście „walki” z ryzykiem. Wszelkie rezultaty ich stosowania mają charakter mierzalny, co w pewnym zakresie ogranicza wysoce subiektywny charakter metod ogólnych.

Koncepcja stosowania metod bardziej zmatematyzowanych w walce z ryzykiem wynika głównie stąd, że w sytuacjach niepowtarzalnych opieranie się wyłącznie na doświadczeniach i intuicji nie jest wystarczające. Niezbędny jest rachunek, aby przez obliczenia wariantowe, scenariuszowe czy też symulacyjne zdobyć to doświadczenie i intuicję, nie ponosząc jednocześnie realnego ryzyka (Banek, 2000).

Dokonując próby klasyfikacji metod ilościowych w procesie zarządzania ryzykiem, można wyróżnić cztery grupy: metody zarządzania strategicznego, metody finansowe, badań operacyjnych oraz metody statystyczne.

Stopniując matematyczne zawansowanie wymienionych grup, należałoby w pierwszej kolejności poświęcić uwagę metodom zarządzania strategicznego, które przez opracowanie scenariuszy zyskują wielowariantowe spojrzenie na przyszłe stany. Koncepcją tej metody jest zerwanie z dotychczasowym założeniem, że w prognozach wykorzystuje się ujęcie kontynuacji dotychczasowych procesów. Planowanie strategiczne idzie w kierunku wielu możliwości rozwoju

przyszłości. Tym samym otrzymujemy pewnego rodzaju plany alternatywne, których podstawą są wspomniane już scenariusze.

Należy jednak pamiętać, że scenariusze nie są prognozami. Są one raczej wyobrażeniem o tym co może mieć miejsce. Scenariusz charakteryzuje więc sytuację, jak również przebieg rozwoju prowadzący do niej. Cały proces jego tworzenia wymaga zatem znacznej intuicji, a także umiejętności w wykorzystaniu i przetwarzaniu dużej liczby informacji. Różnica między scenariuszem a prognozą wynika również z tego, że ten pierwszy charakteryzuje jedną z możliwych przyszłości, natomiast prognoza tylko jedną, tę najbardziej prawdopodobną. Odmienność tych pojęć wynika także z różnego traktowania ryzyka. Ryzyko prognozy odnosi się do prawdopodobieństwa niewystąpienia przewidywanych zdarzeń, scenariusz jest zaś trudny do oszacowania w sposób probabilistyczny.

Kolejną, dość liczną grupę stanowią metody finansowe. Do ich grona zaliczyć można metodę prognozy rentowności. Podejście to pozwala uzyskać odpowiedź na dość istotne w działalności gospodarczej pytanie. Pierwsze z nich dotyczy wielkości produkcji, przy jakiej przychód ze sprzedaży wyrobów pokryje koszty ich wyprodukowania. Drugie z kolei z wielkością produkcji, która zagwarantuje, że osiągnięty zysk będzie maksymalny (Nowak, 1993).

Analiza BEP (*Break Even Point*) dotyczy głównie relacji pomiędzy zmianami wielkości produkcji a ewentualnymi zmianami kosztów oraz ewentualnego wpływu tychże zmian na wynik finansowy na działalności, lecz może być również użyteczna do innych celów. Często wykorzystuje się ją do planowania wielkości produkcji czy też wyniku finansowego, ustalania poziomu zatrudnienia w firmie, kalkulacji cen wyrobów oraz wyboru takich wyrobów, które maksymalizują zysk.

Analizy prognozy rentowności można dokonać zarówno w ujęciu ilościowym, jak i jakościowym. Podejście ilościowe określa wielkość sprzedaży w jednostkach naturalnych, a podejście jakościowe w wielkościach pieniężnych ustala skalę przychodów ze sprzedaży, która zapewnia pokrycie kosztów wytworzenia wyrobów.

Metoda punktowa, będąca również reprezentantką metod finansowych, związana jest głównie z ryzykiem kredytowym. Przez ustalenie zbioru wskaźników oraz przyporządkowanie im odpowiednich wartości punktowych każda firma może w dowolnym momencie dokonać samooceny ryzyka kredytowego. Dzięki takiemu podejściu uzyskuje się informację, do której klasy ryzyka kredytowego należymy w danej chwili. Istotne jest, aby wybór wskaźników wziętych do analizy był przekrojowy i dotyczył całej działalności podmiotu, a nie tylko rotacji zapasów czy też cyklu należności. Aby tego typu analiza miała potwierdzenie w kondycji firmy, musi być przeprowadzona retrospektywnie.

Metodę wskaźnikową można zakwalifikować jako pośrednią. Ma zastosowanie w ocenie wyników, gdzie w ujęciu dynamicznym jesteśmy w stanie porównać uzyskane wyniki z planowanymi, jak również z tymi uzyskanymi w poprzednich okresach. Często wykorzystywana jest także w prognozowaniu przepływów pieniężnych (*cash flow*), rachunku wyników czy też samego bilansu. Przełożenie

metody wskaźnikowej widoczne jest w analizie trendów. Jest ono obszerne, gdyż może dotyczyć takich wielkości, jak zysk z jednej akcji, produkcja na jednego zatrudnionego, udział w rynku czy też stopa zwrotu z zaangażowanego kapitału. Dzięki podejściu wskaźnikowemu dokonuje się również porównań w stosunku do innych podmiotów z danej branży. Z kolei przedmiotem samego porównania może być dowolna grupa wskaźników. Rodzaj pożądanej informacji determinuje zestaw wykorzystanych wskaźników. Podejście to stanowi znakomity wsad do wielowymiarowej analizy porównawczej, gdzie przez syntetyczne wskaźniki, jak np. TMAI (Tarczyński, 1999) czy GDM (Walesiak, 2011), dokonuje się klasyfikacji ocenianych podmiotów.

Metoda zarządzania ryzykiem kursowym ma podwaliny w zwiększającej się stale współpracy międzynarodowej oraz liberalizacji obrotów w zakresie eksportu i importu. Obecnie ten rodzaj ryzyka jest uznawany przez niektórych za jedno z największych wyzwań XXI w., zarówno w teorii, jak i praktyce finansów (Bennett, 2000).

Wszelkie próby walki z tego typu ryzykiem powinny być poprzedzone analizą i identyfikacją wszystkich pozycji, zarówno w aktywach, jak i w pasywach, które są denominowane w obcej walucie. Można spróbować je minimalizować przez np. przerzucenie znacznej jego części na firmę ubezpieczeniową czy też zamieszczanie w kontraktach tzw. klauzul waloryzacyjnych. Dzięki temu drugiemu podejściu można znacznie ograniczyć ryzyko kursowe w przypadku istotnej zmiany w kursie waluty kontraktu w stosunku do waluty bazowej. Przydatna może się okazać ewentualna transakcja kupna lub sprzedaży waluty na termin, w którym będzie miała miejsce warunkowa forma płatności bądź też konieczna będzie spłata zobowiązania w innych walutach.

Jednak bez względu na to, jaką formę unikania ryzyka walutowego przyjmie się w danej sytuacji, należy jednoznacznie stwierdzić, że zasadniczą korzyścią z zarządzania ryzykiem kursowym jest ograniczenie wpływu zmian kursów walutowych na przychody i koszty.

Obszerną grupę metod finansowych stanowią metody inwestycyjne, w ramach których wyróżnia się metody dyskontowania oraz dyskontowania z premią za ryzyko. Pierwsza grupa stanowi minimalny koszt kapitału, jaki podmiot płaci za pozyskanie kapitału. Stopa dyskontowa, określona przez wspomniany koszt kapitału przedsiębiorstwa, zawiera element ryzyka. Koszt ten jest funkcją wielu czynników. Omawiana stopa powinna odzwierciedlać poziom ryzyka projektu inwestycyjnego. W przypadku drugiego rozpatrywanego przypadku, dyskontowania z premią za ryzyko, uzyskujemy pewien margines bezpieczeństwa. Jego skalę określa właśnie wielkość premii za ryzyko. Ma to na celu zapewnienie porównywalności wielkości ekonomicznych występujących w różnych okresach.

Kolejną reprezentantką jest metoda budżetowania kapitałowego. Pozwala na badanie zasadności podejmowania decyzji inwestycyjnych. Obejmuje wszelkie aspekty analizy i oceny przedsięwzięć przez szacowanie koniecznych kosztów i prognozowanie przyszłych korzyści. Zyski, o których mowa, dzięki wykorzysta-

niu majątku trwałego są przewidywane w postaci wpływów gotówkowych. Te z kolei wyznacza się jako różnicę pomiędzy przyszłymi przychodami a szacunkowymi kosztami eksploatacji (Francford, 1991).

Innymi przykładowymi metodami w tym zakresie są powszechna metoda duration czy też analiza IRR.

Metoda duration (Pielichaty, 1996) zezwala na wyznaczenie przeciętnego okresu związania kapitału z przedsięwzięciem, a otrzymany dzięki niej wskaźnik określa przeciętny czas trwania przyszłych wpływów będących konsekwencją danego projektu. W ramach tej metody przyjmuje się dwa podejścia. Pierwsze oparte jest na zasadzie maksymalizacji tego wskaźnika, gdy oczekuje się, że stopy procentowe ulegną zmniejszeniu, drugie z kolei na minimalizacji duration w warunkach przewidywania wzrostu tychże stóp.

Analiza IRR to jedna z klasycznych metod oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Co istotne, należy ona do kategorii metod dynamicznych, gdyż uwzględnia zmiany wartości pieniądza w czasie, a ponadto inflację oraz ryzyko. W pewnym sensie wskazuje na stopień rentowności inwestycji, przez ukazanie rzeczywistej stopy zysku z przedsięwzięcia.

Dużo bardziej zmatematyzowaną strukturę tworzą metody badań operacyjnych. Typowym ich przykładem jest drzewo decyzyjne, będące graficznym odzwierciedleniem sytuacji decyzyjnej, która ułatwia całościowy pogląd na realizowany proces. Mimo że opiera się na prawdopodobieństwie, wszelkie działania arytmetyczne na poszczególnych etapach drzewa dają się stosunkowo łatwo sformułować. Ponadto przedstawia działania w ujęciu wariantowym oraz stany natury. Co istotne, metoda ta uwzględnia również warunkowe korzyści i straty. Ogólnie ujmując, pozwala na optymalizację decyzji.

Dość ważną gałęzią metod badań operacyjnych jest programowanie sieciowe. Typowym reprezentantem są klasyczna metoda CPM (*Critical Path Method*) oraz PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) (Jędrzejczyk, Skrzypek, Kukuła i Walkosz, 2001). Zarówno metoda ścieżki krytycznej, jak i metoda PERT są stosowane do wyznaczania minimalnego czasu trwania danego projektu. Ma to olbrzymie znaczenie, gdyż zwykle tego typu projekty obarczone są nie tylko umownym terminem ukończenia, lecz także pewnym budżetem, którego ewentualne przekroczenie skutkuje mniejszymi zyskami od spodziewanych (w skrajnych przypadkach można ponieść straty). Rozwinięciem tychże metod jest dodatkowe wprowadzenie właśnie aspektów kosztowych (CPM-COST i PERT-COST), analiza czasowo kosztowa. W pewnych sytuacjach optymalizacja czasu trwania czynności na poszczególnych etapach przedsięwzięcia może być uwarunkowana zwiększonymi kosztami związanymi chociażby z zatrudnieniem dodatkowych pracowników.

Dużo większe znaczenie dla podjętej tematyki ma jednak metoda PERT, która w swej strukturze uwzględnia niepewność związaną z realizacją projektów. Wspomniana niepewność wynika z trudności w precyzyjnym określeniu czasów trwania poszczególnych czynności.

Powszechnym elementem metod badań operacyjnych jest algorytm simpleks (Banek, 2000), który jest reprezentantem tzw. programowania liniowego. Grupa metod optymalizacyjnych dzięki ustaleniu konkretnych warunków ograniczających również daje dość jednoznaczne odpowiedzi na często nurtujące pytania w sferze produkcji. Przez ewentualne wykorzystanie w analizie wrażliwości jest pomocna w zarządzaniu ryzykiem.

W analizie zagadnień związanych z finansowaniem inwestycji, alokacji zapasów czy też ich optymalizacji z powodzeniem wykorzystuje się elementy programowania dynamicznego. Ma to niebagatelne przełożenie na ewentualne ryzyko. Zbyt duży zapas generuje zwiększone koszty magazynowania, za niski zaś zwiększa ryzyko występowania jego braków. Zaprezentowane podejścia stanowią typowy generator kosztów. Stąd pojawia się konieczność stosowania tego typu zagadnień poszerzonych dodatkowo o deterministyczne i probabilistyczne modele.

Spore znaczenie w analizie ryzyka odgrywa również teoria kolejek. Podejście to pozwala wyeliminować ewentualne zatory kolejkowe w wielu dziedzinach życia codziennego. Pozwala uzyskać odpowiedź na pytanie, czy utrzymać dotychczasowy stan rzeczy czy też podjąć działania naprawcze. W niektórych sytuacjach zagadnienie to wymaga zatem przeanalizowania i diagnozy co do sposobu postępowania.

Metody symulacyjne mają również istotny wkład w zarządzanie ryzykiem. Wymagają jednak, jak w metodzie Monte Carlo, określenia prawdopodobieństwa zmiennych, generowania liczb losowych oraz późniejszego podstawienia do modelu efektywności. W końcowym etapie ustala się rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia wskaźnika efektywności wraz z zakresem możliwych wartości, co stanowi ważną korzyść z procesu symulacji. Dodatkowo otrzymujemy wartości oczekiwane oraz miary dyspersji dużo bardziej dokładne niż w przypadku innych metod.

Ostatnia z rozpatrywanych grup metod zarządzania ryzykiem to grupa metod statystycznych. Jest to najbardziej liczna klasa narzędzi zarządzania ryzykiem, ze względu na to, że w każdej branży występuje specyficzna możliwość ich zastosowania i specjalizacji. Od prostych metod analitycznych, jak np. mało skomplikowana analiza przyrostów, przez analizy prawdopodobieństwa i funkcji rozkładów wyróżnia się również metodę Bayesa czy też testowania wartości przeciętnej. Dodatkowo metody stosowane w inżynierii finansowej (Tarczyński i Zwolankowski, 1999) wspomagają skutecznie proces zarządzania ryzykiem. Zaliczyć tutaj można zarówno klasyczne miary statystyczne, jak i bardziej zaawansowane matematyczne metody, np. wartość narażona na ryzyko czy też *RiskGrade* (Mentel, 2012). Odmienne podejście stosuje się także w ocenie ryzyka kredytowego (Wójciak, 2007), gdzie od klasycznych modeli poczynając, stosuje się modele logitowe czy też analizę dyskryminacyjną itp. Również rynek ubezpieczeniowy rządzi się w tym zakresie swoimi prawami. Nawet tutaj wykorzystuje się zaawansowane

techniki statystyczne, jak np. analizę rozkładów zmiennych losowych (Ronka-Chmielowiec, 1998).

Reasumując, jak łatwo zauważyć, ilościowe podejście do procesu zarządzania ryzykiem jest niezwykle „bogate” i interesujące. W porównaniu z koncepcją jakościową mamy tutaj do czynienia z procesem określenia mierzalnych wartości parametrów charakteryzujących poszczególne przyczyny ryzyka, czyli tzw. ich kwantyfikacji, co też znacznie wzbogaca wnioskowanie. Ponadto wynikiem ilościowej analizy ryzyka bywa wyznaczenie tzw. rezerwy, swego rodzaju bufora finansowego czy czasowego. Jest to o tyle istotne, że w przypadku wystąpienia najmniej oczekiwanych zdarzeń pozwala w znacznym stopniu zażegnać ewentualne kryzysy.

W całym procesie stosowania jakościowych i ilościowych miar ryzyka warto pamiętać, że mogą być one wykorzystywane niezależnie, mimo że stosowane łącznie pozwalają na uzyskanie dużo bardziej precyzyjnych wyników dla rozpatrywanych czynników ryzyka. Decyzja ostateczna w tym zakresie zależy jednak od kierownictwa oraz od warunków realizacji danego przedsięwzięcia. Niezwykle pomocna w podjęciu decyzji, czy dokonać rozgraniczenia metod czy też stosować je łącznie, może się okazać precyzja wyników oraz czas, jaki pozostaje na przeprowadzenie analizy informacji. Znaczne zmatematyzowanie niektórych metod zdecydowanie się zmniejsza wraz z upływem czasu i postępem technologii.

2.3

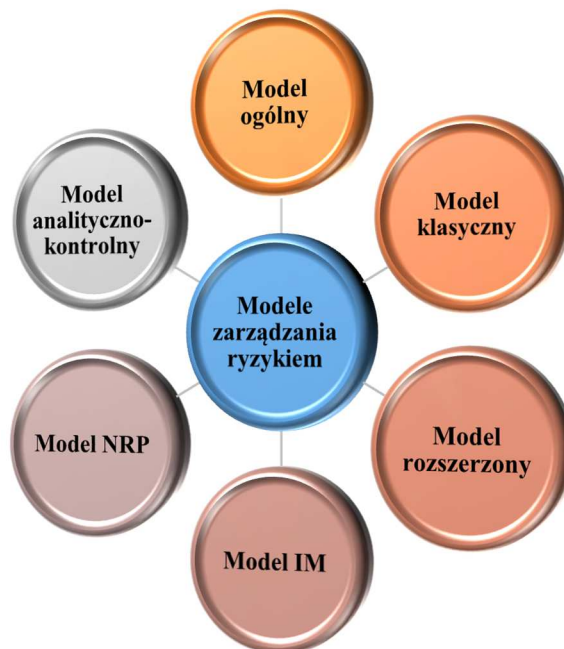
Modele zarządzania ryzykiem. Próba klasyfikacji

W każdym środowisku występuje wiele zagrożeń, jednak szansa ich wystąpienia oraz zasięg są różne. Celem głównym procesu zarządzania ryzykiem jest identyfikacja zagrożeń i ocena ryzyka ich wystąpienia oraz wpływu na procesy i zasoby. Pozwala to na przeprowadzenie analizy opartej na kosztach – poniesionych na ochronę zasobów, i stratach – wynikłych w przypadku braku ochrony. Jeśli koszt ochrony zasobów jest niższy niż strata, w przypadku wystąpienia zdarzenia należy przyjąć, że proces ochrony jest efektywny. Podejście takie pozwala na ustalenie priorytetów w działaniach związanych z bezpieczeństwem i efektywniejsze zarządzanie. Przekłada się to na doskonalszą alokację zasobów i środków finansowych, które wcześniej mogły być błędnie inwestowane (Mentel, 2011).

Koncepcje zarządzania ryzykiem muszą uwzględniać opisane do tej pory aspekty. Skuteczny model jego zarządzania powinien być skoncentrowany na czynnikach ryzyka oraz na uwzględnieniu wszystkich faz, sekwencji procesu zarządzania. Tylko całościowe podejście do omawianego zagadnienia może efektywnie przyczynić się do poznania pojawiających się zagrożeń oraz na efektywną walkę z nimi bez ponoszenia istotnych strat oraz zwiększonej awersji.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się kilka klasycznych modeli w tym zakresie (rysunek 2.4). Jednym z nich jest tzw. model ogólny. Jak sama nazwa wska-

zuje, jest to klasyczna, wyjściowa koncepcja w zarządzaniu ryzykiem. Jej struktura oparta jest na trzech gałęziach tworzących trójwymiarowy układ współrzędnych. Jedną z nich stanowi zarządzanie, drugą wszelkiego rodzaju zachowania, a kolejną formy alokacji. Każda z wymienionych form zawiera w swej strukturze określone sekwencje systemu zarządzania.



Rysunek 2.4. Modele zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie własne.

Zarządzanie opiera się na kwestiach poznania samego ryzyka, jego analizy i opanowywania. Najtrudniejszy element stanowi analiza, która wymaga od menedżerów posiadania miarodajnych informacji, umiejętności prognostycznych, celnych ocen sytuacji i klarujących się tendencji. Niektórzy etap ten traktują jako sztukę, gdyż poza wyuczonymi umiejętnościami wymaga również wyobraźni.

Zachowania obejmują z kolei działania zorientowane na czynniki ryzyka oraz jego skutki. Obie z tych form traktuje się jako aktywne, z tym że większy nacisk kładzie się na zachowania odnoszące się do czynników ryzyka.

Ostatnie z wymienionych form alokacji związane są z kompensacją ryzyka, rozproszeniem oraz przez ubezpieczenie z jego przenoszeniem. Kompensacja to zabezpieczenie się przed ryzykiem (*hedging*) przez stosowanie transakcji zabezpieczających oraz w pewnych sytuacjach instrumentów pochodnych. Dywersyfikacja odnosi się do rozproszenia ryzyka na różne produkty, klientów czy też rynki, przez co ogólna jego siła traci na wartości. Przeniesienie ryzyka, rozumiane

wyłącznie jako ubezpieczenie, to ewentualne odszkodowanie, jakie otrzyma ubezpieczony od ubezpieczyciela w przypadku zaistnienia szkody (McNeil, Frey i Embrechts, 2005).

Wyróżnia się także model klasyczny. Jego koncepcja wywodząca się od pioniera analizy ryzyka D.B. Hertza (1964) często jest nazywana jego nazwiskiem. Podobnie jak model ogólny, opiera się na trzech współzależnych. Model klasyczny odnosi się więc do trzech kategorii analizy inwestowania kapitału.

Pierwsza w postaci analizy rynku związana jest z jego wielkością oraz z tempem wzrostu rynku odnoszącym się do cyklu życia produktu. W tym wypadku bierze się również pod uwagę zachowania rynku związane z ceną produktu. Drugi czynnik to inwestowanie. Ten element to kwestie czasu trwania inwestycji oraz początkowych i przyszłych jej kosztów. W trzeciej kategorii analizy kosztów obowiązuje klasyczny podział na koszty stałe i zmienne.

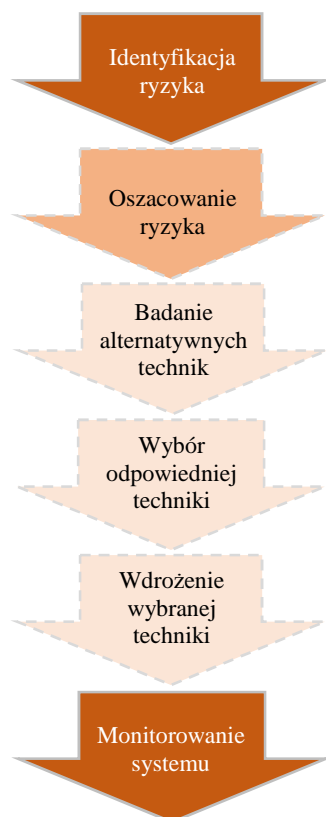
Istotnym założeniem w rozpatrywanym modelu jest stochastyczność i niezależność opisywanych zmiennych. Poza losowością podkreśla się wyraźnie sprawę niezależności pomiędzy czynnikami.

W wyniku ewaluacji powstała kolejna koncepcja modelowa, zwana powszechnie modelem rozszerzonym. Punktem wyjścia tej koncepcji jest model klasyczny, poszerzony dodatkowo o kolejne czynniki.

Pierwszym z nich jest inflacja, która we wcześniejszych modelach nie była uwzględniana. Wynikało to z faktu, że stopa inflacji była stała bądź na tyle niska i nie miała większego wpływu na planowanie. Dopiero pod koniec lat 70. poziom tego czynnika zaczął odgrywać istotną rolę, gdyż wyższe stopy zaczęły negatywnie wpływać na wyniki prognozowania.

Kapitał obrotowy stanowi kolejny z uwzględnianych czynników. Konieczność dodatkowego inwestowania w tego typu kapitał w znacznej mierze zależy od rodzaju inwestycji, wielkości rynku i jego rozwoju, a także horyzontu stawianych prognoz. Wyróżnić można dwie przyczyny wahań kapitału obrotowego. Pierwsza związana jest z ustalaniem przez kierownictwo firmy widełek dla stanów zapasów, wiarygodności oraz zobowiązań wobec dostawców. W tym wypadku, jeśli aktualny stan obrotu jest zbliżony do planowanego, a poziom wymienionych elementów jest względnie stały, nie będzie istotnych wahań w strukturze kapitału obrotowego. Głównym negatywnym symptomem są zatem błędy w prognozowaniu. Przykładowo, zwiększony stan zapasów wymusza często ograniczenia w samej produkcji. Drugą przyczynę wahań w kapitale obrotowym stanowią: gotówka, rynkowe papiery wartościowe czy też pożyczki krótkoterminowe. Analizując gotówkę jako element sprawczy można mieć do czynienia bądź z deficytem w jej przepływie, gdy np. obroty są mniejsze niż prognozowane, bądź też z nadwyżką, wywołaną przez nadmierny popyt w stosunku do przewidywanego. Drugi wariant jest o tyle korzystny, że przy nadwyżce można pokusić się o spłaty kredytów krótkoterminowych, zainwestować w park maszynowy czy też odtworzyć poziom rynkowych papierów wartościowych. W końcu w modelu rozszerzonym zaczęto uwzględniać prognozowanie błędów jako istotny czynnik.

Inną koncepcją w modelach zarządzania ryzykiem jest model IM, którego nazwa przedstawia w skrócie jego założenia, czyli od identyfikacji do monitorowania (rysunek 2.5).



Rysunek 2.5. Sekwencje modelu IM zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie własne.

Mimo że ujęcie to kładzie nacisk na dwie wymienione sekwencje zarządzania ryzykiem, nie znaczy, że pominięto pozostałe etapy. Model ten jest bardziej złożony. Pierwszym, wyjściowym jego elementem jest identyfikacja mająca nadrzędne znaczenie w całym systemie. Głównym zadaniem jest określenie problemu, ryzyka, które w swojej istocie zagraża procesowi. Dokonuje się jej przez analizę danych historycznych w zakresie szkód, które już miały miejsce, dotychczasowych kontraktów, badanie bilansów czy też rozmowy z pracownikami. Często wykorzystywane są tutaj także kwestionariusze identyfikacji ryzyka.

Oszacowanie ryzyka to następny etap procesu. Ogranicza się on do określenia skali potencjalnych szkód oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia, czyli przebiega w sposób klasyczny i standardowy. W pewnym sensie sprawa oszacowania ryzyka odnosi się również do analizy potencjału zagrożenia.

Kolejne fazy odnoszą się do technik zarządzania ryzykiem. Są to chronologiczne badanie alternatywnych podejść zarządzania ryzykiem, wybór właściwej techniki oraz wdrożenie wybranej koncepcji. Etap wyboru właściwej techniki jest podyktowany analizą potencjalnych wielkości szkód i częstości ich wystąpienia, kosztów całego procesu i jego efektywnością. Wdrożenie wybranej koncepcji związane jest z wykonaniem kilku czynności, jak chociażby budowa systemu gromadzenia i przetwarzania informacji oraz co dość istotne wdrożeniem nadzoru i kontroli.

Modelem analogicznym do opisanego jest model analityczno-kontrolny (Jedynak i Szydło, 1977). Główny jego człon jest zgodny z podstawowymi założeniami modelu IM. Podobnie jak poprzednio, fazę wstępną stanowi identyfikacja ryzyka, traktowana tutaj jednak jako rozpoznanie ryzyka. Dopiero w wyniku tego rozpoznania przeprowadza się zasadniczą ocenę zagrożeń. W sekwencji tej dokonuje się próby analizy prognozowanych niebezpieczeństw, jakie mogą mieć miejsce. Wszelkie wnioski pozyskane na tym etapie powinny mieć przełożenie na późniejsze procesy decyzyjne.

Etap trzeci, określanym mianem manipulacji ryzykiem, jest dość szeroki, jeśli chodzi o możliwości. Stadium manipulacji związany jest z metodami obchodzenia się z ryzykiem. Można tu wyróżnić podejścia zaprezentowane we wcześniejszej już części pracy, a mianowicie:

- unikanie ryzyka – będące odmową akceptacji nawet chwilowego ryzyka,
- zatrzymanie ryzyka – w ujęciu aktywnym i pasywnym, czyli świadomym i nieświadomym,
- kontrola ryzyka – mająca na celu zapobieganie strat w wyniku działań prewencyjnych bądź też ich redukcję w wypadku ich ewentualnego wystąpienia,
- transfer ryzyka jako przeniesienie,
- dystrybucja ryzyka – w wyniku rozproszenia dokonuje się minimalizacja skutków zagrożeń na pojedynczym podmiocie,
- ubezpieczenie jako forma dość powszechna – zawiera w sobie kombinację wymienionych metod manipulacji.

Końcowym etapem modelu jest obserwacja i kontrola. W etapie tym kontrola jest w pewnym sensie tożsama z metodą manipulacji, gdyż jej zasadniczym zadaniem jest analiza scenariuszy możliwości wystąpienia negatywnych zjawisk, jak również wszelkie ograniczanie pejoratywnych ich następstw.

Dopełnienie podstawowych modeli zarządzania ryzykiem stanowi model niepewność, ryzyko, pewność (Kiziukiewicz T., 2004), zwany skrótowo modelem NRP. Głównym jego zadaniem jest przekształcenie niepewnych stanów przez ryzyko w warunki pewności, a jeśli nie są one w pełni możliwe, to chociaż zbliżenie się do nich.

W fazie niepewności dokonuje się diagnozy problemu, aby skutecznie ocenić ryzyko, z jakim mamy do czynienia. Etap ten polega na gromadzeniu niezbędnych informacji w celu optymalizacji stosunku obecnie posiadanych do tych niezbęd-

nych. W kolejnej fazie ryzyka dokonuje się jego analizy przez określenie skali ewentualnych szkód. Istotne jest tutaj ustalenie maksymalnej możliwej straty, jaką możemy w danych warunkach ponieść. Następnie określa się alternatywne sposoby działania. Po etapie analizy ryzyka następuje sekwencja jego minimalizacji przez ustalenie skutecznych metod jego pokonania bądź analizę zależności między przyczyną niekorzystnych stanów a poziomem odchyień. W celu maksymalizacji pewności dąży się do obniżenia prawdopodobieństwa strat w wyniku poprawy informacji, jaką dysponujemy, co do jej stanu i jakości, oraz do maksymalizacji czynników pewnych a minimalizacji niepewnych. W przypadku gdy nie można osiągnąć pełnej pewności będącej kwintesencją modelu, przeprowadzamy badanie możliwości dywersyfikacji potencjalnych strat. W wariancie braku możliwości ich rozłożenia ustala się zasady ich ewentualnego pokrycia. Jest to jednak etap ostateczny.

2.4

Współczesne teorie zarządzania ryzykiem

Analizując dotychczas przedstawione informacje, można śmiało stwierdzić, że proces zarządzania ryzykiem nie jest zagadnieniem nowym. Jednak z biegiem lat nowatorski staje się sposób podejścia do rozpatrywanego problemu. Podejście do ryzyka od strony zarządzania daje możliwość kompleksowej postawy wobec systemu jego gospodarowania. Odmienny w stosunku do wcześniej poruszanych koncepcji staje się problem systematycznego uwzględniania różnorodnych przejawów ryzyka. Takie ujęcie umożliwia skuteczniejszą identyfikację źródeł ryzyka i jego konsekwencji oraz metod zapobiegania niekorzystnym skutkom w strategicznym zarządzaniu. W takim przypadku pojawia się szansa na stworzenie narzędzia przewagi konkurencyjnej, co jest niezwykle istotne w zmieniającej się rzeczywistości rynkowej.

Wracając do początków procesu zarządzania ryzykiem, należy skupić się na produktach ubezpieczeniowych, a dokładniej na ich upowszechnieniu. Datuje się to na lata 60. ubiegłego stulecia, kiedy to zaczęto wprowadzać coraz to bardziej złożone produkty. Niemożność w reagowaniu branży ubezpieczeniowej oraz świadomość organizacji, że nie każde ryzyko da się ubezpieczyć, przyczyniły się do wzrostu działań zmierzających do wykrystalizowania mechanizmów i procedur walki z ryzykiem. Jak podaje A. Majewska (2013) za H.W. Sniderem (1991), okres ten stanowi początek nowoczesnego zarządzania ryzykiem. Drugi etap to lata 70. XX w., kiedy to nastąpił rozwój międzynarodowych instytucji zarządzających ryzykiem. Od tego czasu na rynku pojawiają się coraz to nowe instrumenty pozwalające na zarządzanie ryzykiem. Chronologicznego przeglądu badań nad ryzykiem dokonano w tabeli 1.2.

Nowe tendencje i kierunki badań nad ryzykiem datuje się na drugą połowę lat 90. XX w. oraz na początek XXI w., co czyni je najbardziej aktualnymi. Niezwykle istotne jest to, że koncepcje te cechuje coraz to intensywniejsze łączenie

pojęcia ryzyka ze środowiskiem naturalnym, co skutkuje powołaniem Weather Risk Management Association (WRMA). Organizacja ta skupia naukowców i specjalistów z zakresu zarządzania ryzykiem pogodowym. Idąc za A. Majewską, można wyszczególnić dodatkowo powstanie takich organizacji, jak Institute for Risk Management (IRM) w 1986 r. czy też The Global Association of Risk Professional (GARP) dziesięć lat później. W obszarach finansowych procesu zarządzania ryzykiem zostaje powołana również struktura Financial Risk Manager (FRM). W ostatnich latach utworzono z kolei Professional Risk Managers International Association (PRMIA). Powstanie tych organizacji oraz wielu mniejszych pozwoliło na sprecyzowanie działań nad procesem zarządzania ryzykiem w konkretnych płaszczyznach oraz na dopracowanie i sprecyzowanie istotnych standardów w tym zakresie.

Powszechnie stosowanym systemem zarządzania ryzykiem jest zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie, czyli ERM (*Enterprise Risk Management*). ERM jest o tyle nowatorskim podejściem, że rozpatrywany proces nie jest traktowany sztywno jako schemat postępowania w określonych warunkach, procedura, którą należy wypełnić, lecz jako sposób inwestowania i – co najważniejsze – jako sposób komunikacji. Naczelne motto, jakie z niego wynika, dotyczy bezpieczeństwa, które samo w sobie nie może być celem, gdyż przestaje wspomagać działania systemowe (Mentel, 2011).

Podejście tego typu łączy elementy z różnych dyscyplin zarządzania, tworząc monolit dający podstawy do rozwoju bardziej szczegółowych modeli, które zostaną omówione w dalszej części monografii. ERM dotyka również problemów zarządzania jakością, przez co nadaje mu interdyscyplinarny charakter. Specyficznym elementem współczesnej teorii zarządzania ryzykiem jest globalne podejście do problemu ryzyka, które mieści w sobie wszelkie niezbędne informacje i instrumenty. Często system ten porównuje się do wzajemnie zazębiających się kół zębatach bądź puzzli, które dzięki wzajemnym zakładkom (zazębieniom) tworzą zwarty system obejmujący: ryzyko kredytowe, operacyjne, rynkowe oraz biznesowe. Wymienione moduły systemu często odnosi się przez analogię do czterech żywiołów, które formalnie tworzą odrębności. Bywa jednak, że występują one razem, tworząc nowe możliwości i stany. Tak samo działa system ERM, który łącząc poszczególne typy ryzyka, tworzy jego nowe odmiany, co w wyniku kompleksowej ochrony zmniejsza możliwość popełnienia błędów, będących konsekwencją pomijania niektórych informacji czy też relacji. Kwintesencją tych spostrzeżeń jest naczelne prawo, jakim kieruje się ERM: ryzyko jest wszechobecne i istnieje na wszystkich poziomach działalności, stąd też potrzebuje odpowiedniego zarządzania (ERisk, 2001).

Ideą współczesnego zarządzania ryzykiem jest zwrócenie uwagi na szeroko rozumianą odpowiedzialność. Co najważniejsze, element ten ma dotyczyć nie tylko jednostek kontrolujących system, ale także tych, którzy podejmują mniej znaczące decyzje, nie zawsze w sposób do końca świadomy. Dzięki takiemu podejściu w tworzeniu skutecznego systemu biorą udział wszyscy członkowie orga-

nizacji, wychodząc z założenia, że tylko wówczas możliwa jest pełna i skuteczna identyfikacja i kontrola zagrożeń. Wspomniana odpowiedzialność jest eksponowana na każdym poziomie, oczywiście w ramach powierzonych uprawnień, z uwzględnieniem również stosownych kwalifikacji.

W ramy omawianego systemu wchodzi oszacowanie, jakie typy ryzyka są sterowalne, a jakie nie. Identyfikowane są zatem czynniki, które przyczyniają się do oceny ryzyka, zwane tutaj kryteriami ewaluacji ryzyka (rysunek 2.6).



Rysunek 2.6. Kryteria ewaluacji ryzyka systemu ERM

Źródło: opracowanie własne.

Ekspozycję (*exposure*) traktuje się w tym wypadku jako maksymalną do przetrzymania szkodę powstałą w wyniku wystąpienia nieoczekiwanego zdarzenia. Sposobem na jej zmniejszenie jest przeniesienie ryzyka bądź też jego sfinansowanie. Z kolei zmienność (*volatility*) stanowi istotny element składowy ryzyka całkowitego, gdyż to ona decyduje o zmienności rezultatów. Ogólnie można stwierdzić, że ryzyko jest wprost proporcjonalne do zmienności. Im większa zmienność, tym większe ryzyko. W przypadku kolejnego kryterium prawdopodobieństwa (*probability*) również występuje dodatnia korelacja w stosunku do ryzyka, gdyż określa ono, jak prawdopodobne jest wystąpienie konkretnych niebezpieczeństw, zagrożeń. Podczas gdy ekspozycja jest związana z okresem najgorszego możliwego zdarzenia, to dotkliwość (*severity*) wskazuje, jak duża może być strata wywołana przez daną ekspozycję. Pokazuje, jaka część ryzyka określonego przez nią może mieć rzeczywisty wpływ na końcowy wynik finansowy. Pojęcie to jest w ścisłej relacji z prawdopodobieństwem – jeśli znana jest jego skala, można przewidywać wytrzymałość systemu na skutki ekspozycji. Wynika to z faktu, że znane są wówczas ewentualne konsekwencje. Rozpatrując zależność między ryzykiem a horyzontem czasowym (*time horizon*), należy podkreślić, że im dłuższy okres, tym większe ryzyko. W krótszych odstępach czasu występuje mniejsze prawdopodobieństwo negatywnych zdarzeń.

Wskazane kryteria dają pogląd na ryzyko. Wstępnie pozwalają na jego identyfikację oraz pomiar. Stanowią wielkości, dzięki którym można stwierdzić, jak

wielkie jest zagrożenie, czy istnieje możliwość sprostania mu, czy też należy mu się poddać.

Poza wymienionymi czynnikami warto wskazać na tzw. mechanizmy kontroli ryzyka stosowane w ERM. Są to odpowiednio limity zatrzymania (*stop-loss limits*) oraz limity wrażliwości (*sensitivity limits*).

Stosowanie limitów zatrzymania ma na celu wdrożenie granic strat nieprzewyższających założonych poziomów. Ewentualne ich osiągnięcie bądź przekroczenie powinno być sygnałem do podjęcia natychmiastowych decyzji oraz reakcji mających na celu implementację strategii wyjścia z niekorzystnej sytuacji, wcielenia planów awaryjnych. Wskazane limity działają jak sygnał ostrzegawczy o pojawiających się zagrożeniach, ostrzegając przy tym, że w przypadku niepodjęcia stosowanych działań może dojść do poważnych komplikacji. Możliwe są bowiem sytuacje, w których straty zostały już zaakceptowane i nie można ich skontrolować.

Często jednak występują bardzo duże straty w krótkich odstępach czasu, wówczas wprowadzenie tylko limitów zatrzymania nie do końca się sprawdza. W takim wypadku zastosowanie znajdują limity wrażliwości. Poza określeniem granicznych strat niezbędne w takiej sytuacji stają się regulacje dotyczące granicznej wrażliwości zagrożonego kapitału. Przeprowadza się zatem analizę ekstremalnych zachowań. Zastosowanie tego typu limitów ogranicza się jednak do procesu zarządzania ryzykiem rynkowym bądź kredytowym. Zdarza się jednak, że pozwalają one na sprawne zarządzanie także w innych dziedzinach.

Istotnym aspektem systemu ERM jest wykluczenie podejścia zerojedynkowego do problemu traktowania ryzyka. Odrzuca się aspekt tylko i wyłącznie sukcesu bądź porażki. Bierze się pod uwagę również kontekst obszarów wartościowania określany jako neutralny. Jest to dość ważne przy opracowaniu strategii. Wychodzi się tutaj z założenia określonego przez Murphy'ego, że jeśli nie dzieje się nic złego, to na pewno stanie się to wkrótce (Bloch, 1994).

Kolejnym nowym elementem jest stała ewaluacja zachowań kadry odpowiedzialnej za sprawność systemu zarządzania ryzykiem. Wyraźnie odchodzi się od dotychczasowych standardów, dla których to przy strategii pozwalającej uzyskać wystarczające rezultaty nie szuka się innych rozwiązań. Takie podejście uznaje się za błędne, co wprowadza stały monitoring systemu, nawet gdy nie dzieje się nic negatywnego. Ponadto nie zawsze konkretne sytuacje zagrożenia dają się niwelować jednakowymi instrumentami, a gdyby nawet to dane koncepcje zawsze można rozwinąć, zapewniając jeszcze większe możliwości ograniczania ryzyka. Aprobująca postawa wobec tego stwierdzenia pozwala na permanentną kontrolę niebezpieczeństw, co przejawia się we właściwym odniesieniu do problemu sterowania ryzykiem.

W całym procesie należy również pamiętać, że najważniejszym elementem sprawnego funkcjonowania systemu jest informacja. To ona jest czynnikiem efektywnego i skutecznego kierowania ERM, stanowi najważniejszy element dobrego zarządzania ryzykiem. Ciągła aktualizacja informacji zapewnia bezpieczeństwo

i stabilny, zgodny z założeniami rozwój. Zakres, dokładność i aktualność informacji o ewentualnych zagrożeniach mają kluczowe znaczenie w podejmowaniu działań zapobiegawczych, co przekłada się na wspomnianą sprawność systemu jako całości. Informacja sama w sobie nie stanowi panaceum na ryzyko, ważny jest również proces jej przetwarzania, a także wyciągania późniejszych wniosków, jednak jako tzw. wsad stanowi niezbędny i najważniejszy czynnik zarządzania ryzykiem.

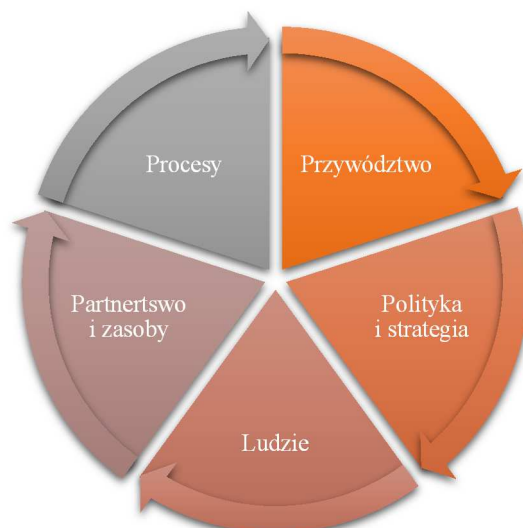
Na podstawie omawianej współczesnej teorii zarządzania ryzykiem wykrytalizowały się pewne modele jego zarządzania. Systemowe podejścia w nich zaprezentowane być może nie stanowią zupełnego rozwiązania omawianego problemu, jednak pozwalają na w miarę realną pomoc w przeciwdziałaniu negatywnym zjawiskom.

Odrębną koncepcją w stosunku do wcześniej opisanej jest model EFQM proponowany przez *European Foundation for Quality Management* (European Foundation for Quality Management, 2005). Nowum w tym wypadku stanowi bardziej kompleksowe podejście do problemu zarządzania ryzykiem, oparte w głównej mierze na zintegrowanym modelu doskonałości. Relacje pomiędzy jakością samego zarządzania a systemem zarządzania ryzykiem nabierają zatem fundamentalnego znaczenia.

Rozpatrywany model EFQM, zwany często modelem bezpiecznego zarządzania ryzykiem, również składa się z pięciu sekwencji. Są to fazy strategicznego działania w zmieniającym się otoczeniu rynkowym. Wyróżnić tutaj można odpowiednio:

- politykę – rozumianą jako zasady i zamiary w odniesieniu do procesu zarządzania ryzykiem w ścisłej zależności od inwestorów, właścicieli,
- planowanie – odnoszące się do sporządzenia rocznego planu działania, w głównej mierze dotyczącego rozlokowania środków, formalizacji celów, co w konsekwencji skutkuje opracowaniem planu wieloletniego,
- wdrożenie – utożsamiane z czystym procesem zarządzania ryzykiem, uwzględniającym etapy identyfikacji, analizy, oceny i sposób postępowania z ryzykiem,
- monitorowanie – skupione głównie na monitorowaniu procedur, odnoszące się jednak również do rejestracji ryzyka i tworzenia bazy danych wszelkich audytów oraz ewentualnego projektowania oprogramowania,
- weryfikację całego systemu – mającą na celu ciągły proces uczenia się i wzrost wiedzy.

Wydaje się, że koncepcja EFQM dokładniej analizuje proces integracji procesu zarządzania ryzykiem z szeroko rozumianą organizacją. Przyczyną takiego stanu zdaje się być odniesienie do wspomnianego już modelu doskonałości, a dokładniej do jego głównych obszarów (rysunek 2.7).



Rysunek 2.7. Obszary modelu doskonałości EFQM

Źródło: opracowanie własne na podstawie: European Foundation for Quality Management, E. (2005). *Framework for Risk Management*. European Foundation for Quality Management, Brussels.

Wśród koncepcji, które były i są przedmiotem rozważań teoretycznych, a co najważniejsze mających zastosowanie w praktyce, jest również planowanie ciągłości działania (Elliot, Swartz i Herbane, 1999), czyli *Business Continuity Planning* (BCP). Jest to proaktywne podejście do planowania mające na celu zapewnienie ciągłości produkcji i dostarczania w niezakłócony sposób produktów i usług w przypadku awarii technicznych bądź też w sytuacji wystąpienia katastrof naturalnych. W celu zapewnienia wspomnianej ciągłości plan działania przedsiębiorstwa powinien obejmować etapy:

- analizy ryzyka,
- analizy procesów biznesowych,
- identyfikacji kluczowych procesów,
- budowania planów ciągłości działania,
- wdrażania planów,
- testowania,
- programu szkoleń.

Ciekawą koncepcją w procesie zarządzania ryzykiem jest tzw. odtworzeniowe działanie po katastrofie (*Disaster Recovery – DR*). W ujęciu tym zarządzanie odnosi się do polityki oraz procedur i związanych z nimi procesów, mających na celu zapewnienie przetrwania przedsiębiorstwa w przypadku wystąpienia katastrofy naturalnej (np. powodzi bądź trzęsienia ziemi) czy też awarii technicznej (np. pożaru, awarii sieci energetycznych lub telefonicznych). Ewentualne działa-

nia w ujęciu DR podejmowane są w sytuacji, kiedy zniszczeniu uległa całość lub znaczna część zasobów o znaczeniu krytycznym dla podstawowej działalności biznesowej organizacji. Planowanie w tym wypadku jest zwykle częścią większego procesu planowania ciągłości działania – BCP. W węższym znaczeniu odnosi się do odtworzenia infrastruktury teleinformatycznej.

Holistyczną koncepcją zarządzania jest zarządzanie ciągłością działania (*Business Continuity Management* – BCM) (Green, 2014; Wieczorek-Kosmala, 2011). Można powiedzieć, że BCM to:

- proaktywne podejście do zarządzania ryzykiem operacyjnym,
- koncentrowanie się na zabezpieczeniu wizerunku organizacji,
- budowanie zabezpieczenia organizacji na poziomie strategicznym przed nieprzewidywalnymi zagrożeniami,
- tworzenie strategii pozwalającej na utrzymanie podstawowych procesów w organizacji,
- tworzenie planów i procedur umożliwiających sprawne funkcjonowanie organizacji w obliczu zagrożenia albo szybką jego odnowę,
- tworzenie programów mających na celu ograniczenie wszelkich niedoskonałości w kontekście klienta, aby zaspokoić jego oczekiwania,
- doskonalenie organizacji, w każdym jej obszarze (Kildow, 2011).

Zarządzanie ciągłością działania zmierza do określenia potencjalnego wpływu zakłóceń na przedsiębiorstwo, stworzenia warunków do budowania odporności na nie oraz zdolności do skutecznej ochrony interesów właścicieli, dotychczasowej wartości organizacji, reputacji i jej marki. W wielu punktach wykazuje zbieżność z założeniami koncepcji ERM. Obejmuje, oprócz wielu koncepcji znanych z zarządzania ryzykiem, także elementy *Business Impact Analysis* (BIA) i *Crisis Managementu* (CM).

Fundamentem systemu zarządzania ciągłością działania jest analiza wpływu zdarzenia na biznes (*Business Impact Analysis* – BIA) (Wróblewski, 2011). Jest to cząstkowa koncepcja zarządzania. Stanowi przegląd tego, co należy zrobić, by nie zrujnować posiadanej reputacji i nie ponieść strat finansowych. Proces ten jest pięcioetapowy, gdyż wyróżnia: przegląd planowania, przegląd tworzenia, przegląd dystrybucji, analizę wyników i prezentację wniosków. Efektem końcowym analizy jest sprawozdanie, które wskazuje potencjalne ryzyko dla organizacji i je opisuje. Określa ono ilościowo znaczenie komponentów działalności i sugeruje odpowiedni przydział zasobów, koniecznych dla zapewnienia im ochrony przed zagrożeniami. Potencjalne niepowodzenia przedsiębiorstwa mogą zostać ocenione w kontekście ich wpływów na bezpieczeństwo, marketing, finanse i zapewnienie jakości.

Często wykorzystywaną koncepcją zarządzania ryzykiem jest tzw. zarządzanie ryzykiem łańcucha dostawy (*Supply Chain Risk Management* – SCRM). Stosowanie tego podejścia zostało współcześnie wymuszone przez stale rosnącą konkurencję na rynkach, co też sprawia, że organizacje stale poszukują redukcji kosztów i zaopatrzenia. W wyniku tego często nabywają niezbędne dobra na

rynku globalnym oraz przenoszą produkcję do krajów o niskich kosztach robocizny, przez co łańcuchy dostaw wydłużają się. Ponadto rynki zaopatrzenia są coraz bardziej oddalone. Sytuacja taka umożliwia owszem redukcję kosztów, lecz jednocześnie zwiększa prawdopodobieństwo niezyskania założonych celów (Małyszek, 2015).

Podejście to polega na identyfikacji i sterowaniu realizowanych w procesie dostawy procesów wewnętrznych związanych z przepływem usług, towarów bądź informacji przez zintegrowane działania organizacji tworzących tego typu łańcuch dostaw. Traktując sprawę całościowo, SCRM usiłuje zidentyfikować potencjalne zakłócenia dla nieprzerwanej produkcji i tym samym ujawnić ryzyko handlowe. Organizacje powinny jednak pamiętać, że proces zarządzania ryzykiem polega na koordynacji i współpracy między partnerami w celu zapewnienia rentowności i ciągłości działania (Tang, 2006).

W nurt zarządzania ryzykiem wpisuje się również koncepcja zarządzania niepewnością (*Uncertainty Management* – UM). Podejście to polega na zastosowaniu technik i metod mających na celu zmniejszenie strat przedsiębiorstwa w warunkach braku informacji niezbędnych do podejmowania decyzji, braku możliwości przewidywania ich skutków czy też ostatecznie niemożności kalkulacji skutków zdarzeń zachodzących w otoczeniu.

W praktyce wspomniana niepewność traktowana jest dwustronnie, gdyż koncentruje się na radzeniu sobie z zagrożeniami oraz skupieniu się na możliwościach²². Skuteczne zarządzanie w ujęciu UM odnosi się do różnych rodzajów niepewności zarówno w fazie planowania, jak i samej relacji. Koncentruje się na wyborze najlepszej koncepcji i wyjaśnieniu celów działania, a następnie na sposobie dostarczania wybranej koncepcji. Oznacza to, że osoby odpowiedzialne za zarządzanie niepewnością muszą zrozumieć, w jakiej są fazie realizacji, i koncentrować się na konkretnych niepewnościach, które mają znaczenie od trzech do sześciu miesięcy. Proces powinien być powtarzany dwa lub trzy razy w roku w celu zapewnienia właściwej kontroli nad niepewnością (Johansen, Halvorsen, Haddadic i Langlo, 2014).

Omawiając współczesne koncepcje zarządzania ryzykiem, należy poświęcić również uwagę standardom opracowanym w tym zakresie. Chodzi tutaj o wszelkie opublikowane dokumenty zawierające specyfikacje i określone wzory postępowania w celu zapewnienia bezpieczeństwa produktów, usług i systemów zarządzania, o ile będą one konsekwentnie wykonywane zgodnie z nimi.

Najbardziej powszechny wydaje się standard zarządzania ryzyka AS/NZS4360:2004, proces opracowany przez Australian/New Zealand standard

²² W dziedzinie zarządzania niepewnością jest ona rozumiana jako brak informacji. Niepewność może być jednak również rozumiana jako brak pewności. Rolstadås i in. (2011) stwierdzają, że niepewność w projektach może przyjąć wiele różnych form i proponują strukturę klasyfikacji niepewności do kontrolowanych i niekontrolowanych czynników. Rolstadås i in. sugerują, że niepewność może być negatywna i pozytywna dla projektu. Negatywne konsekwencje niepewności są oznaczane jako czynniki ryzyka. Pozytywne implikacje niepewności są oznakowane czynnikami szans. Jedne i drugie mogą mieć konsekwencje, jeśli wystąpią.

for Risk Management (AS/NZS4360) (Zealand, 2004). Zaprezentowane standardy zarządzania ryzykiem tworzą sześćoetapową strukturę, w skład której wchodzi odpowiednio:

- wskazanie, ustalenie źródeł ryzyka,
- właściwa identyfikacja ryzyka,
- analiza ryzyka oparta na prawdopodobieństwie i efektach,
- określenie priorytetów ryzyka,
- opracowanie sposobów postępowania z ryzykiem,
- monitorowanie oraz ocena ryzyka.

Można stwierdzić, że model zarządzania ryzykiem według standardu AS/NZS²³ jest w znacznym stopniu adekwatny do modelu BSI (IEC/ISO 31010:2009) (Institution, 2010), opracowanego przez British Standards Institution. System ten jest pięcioetapowy, jednak w rozbiciu na czynniki pierwsze nie odbiega od standardów zawartych w AS/NZS4360.

Ogólnie wyróżnia się tu również etap ustalenia kontekstu ryzyka, który określa podstawowe parametry, zakres i kryteria procesu. Brane są tutaj pod uwagę zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne uwarunkowania. I tak, ustalenie kontekstu zewnętrznego obejmuje zapoznanie się ze środowiskiem, w którym organizacja i system funkcjonuje, w tym:

- czynniki środowiskowe, kulturowe, polityczne, prawne, regulacyjne, finansowe, ekonomiczne i konkurencyjne w ujęciu międzynarodowym, krajowym bądź też regionalnym czy lokalnym,
- kluczowe czynniki i trendy mające wpływ na cele organizacji,
- postrzeżenie wartości zewnętrznych interesariuszy.

Ustalenie kontekstu wewnętrznego wymaga tymczasem zrozumienia:

- możliwości organizacji w zakresie zasobów i wiedzy,
- przepływu informacji i procesów decyzyjnych,
- interesariuszy wewnętrznych,
- postrzegania, wartości i kultury,
- standardów i przyjętych modeli referencyjnych,
- celów i strategii,
- struktury (ładu, ról, odpowiedzialności itp.).

Ustalenie kontekstu samego procesu zarządzania ryzykiem obejmuje określenie:

- zakresów odpowiedzialności i obowiązków,
- zakresów działalności zarządzania ryzykiem, które należy przeprowadzić,
- zakresów projektu, procesu, funkcji lub działalności pod względem czasu i miejsca,

²³ Standard AS/NZS 4360 definiuje zarządzanie ryzykiem jako kulturę, procesy i struktury, które są ukierunkowane na efektywne zarządzanie potencjalnymi możliwościami i przeciwnymi efektami. Odnosząc się natomiast do samego procesu, określa go jako systematyczne stosowanie polityk zarządzania, postępowań i praktyk do zadań zakładania kontekstu, identyfikowania, analizy, oceny, traktowania ryzyka, monitorowania i komunikowania.

- relacji pomiędzy danym projektem lub działaniem i innych projektów lub działań prowadzonych przez organizację,
- metodologii oceny ryzyka,
- kryteriów ryzyka,
- sposobu oceniania wydajności zarządzania ryzykiem,
- i identyfikację decyzji i działań, które mają być wykonane.

Zawarte definiowanie kryteriów samego ryzyka polega na podejmowaniu decyzji odnośnie do:

- charakteru i rodzaju konsekwencji,
- sposobu określania poziomu ryzyka,
- sposobu wyrażania prawdopodobieństwa,
- kryteriów podejmowania decyzji, kiedy ryzyko jest akceptowalne i/lub tolerowane,
- kryteriów, według których zostanie podjęta decyzja, kiedy ryzyko wymaga naprawy,
- tego, czy i jak kombinacje ryzyka będą brane pod uwagę.

Ponadto kryteria mogą być oparte na:

- źródłach zgodnych z celami procesowymi,
- kryteriach określonych w specyfikacji,
- ogólnych źródłach danych,
- ogólnie przyjętych kryteriach branżowych, takich jak poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa,
- organizacyjnym „apetycie” na ryzyko,
- wymaganiach prawnych lub innych.

Kolejny etap to identyfikacja ryzyka, nazywana procesem poszukiwania, rozpoznawania i rejestrowania ryzyka. Jej celem jest określenie, co może się wydarzyć i jakie sytuacje mogą mieć miejsce, które mogą mieć wpływ na osiągnięcie celów systemu lub organizacji. W momencie stwierdzenia wystąpienia zagrożeń organizacja powinna zidentyfikować mechanizmy kontrolne.

Proces identyfikacji ryzyka obejmuje określenie przyczyny i źródła ryzyka (zagrożenie w kontekście fizycznej szkody), wydarzenia, sytuacje i okoliczności, które mogły mieć istotny wpływ na cele i charakter tego wpływu. Metody identyfikacji ryzyka, jakie mogą być stosowane w tym wypadku zostały opisane już we wcześniejszej części pracy (patrz np. tabela 2.2). Niezależnie jednak od stosowanych technik, ważne jest uwzględnianie na tym etapie również czynników ludzkich i organizacyjnych. Stąd też wszelkie odchylenia od oczekiwanych powinny zostać uwzględnione w procesie identyfikacji ryzyka.

Sekwencja analizy ryzyka jest rozwinięciem zrozumienia ryzyka. Zapewnia ona pogłębienie oceny ryzyka i decyzji o tym, jak ryzyko należy traktować oraz jakie strategie i metody są najbardziej odpowiednie. Etap ten polega na określeniu skutków i prawdopodobieństwa ich wystąpienia, co ma znaczenie w ustaleniu poziomu ryzyka. Ponadto wymagają rozważenia przyczyny i źródła ryzyka,

a czynniki, które wpływają na skutki i prawdopodobieństwo, powinny zostać na tym etapie zidentyfikowane. Konkretnie zdarzenie może mieć bowiem wiele konsekwencji i może wpływać na wiele celów.

Analiza ryzyka zazwyczaj zawiera oszacowanie zakresu potencjalnych konsekwencji, które mogą wyniknąć z sytuacji, zdarzeń lub okoliczności, oraz odpowiadającego im prawdopodobieństwa w celu zmierzenia poziomu ryzyka.

Metody stosowane w analizie ryzyka mogą być jakościowe, quasi-ilościowe lub ilościowe. Stopień szczegółowości zależy od konkretnego zastosowania, dostępności wiarygodnych danych i potrzeb decyzyjnych organizacji. Niektóre metody i stopień szczegółowości analizy mogą być wyznaczone przez ustawodawstwo.

Ocena jakościowa definiowania konsekwencji, prawdopodobieństwa i poziomu ryzyka wyrażana jest w kategoriach opisowych (wysoki, średni i niski). Metody quasi-ilościowe wykorzystują numeryczne skale ocen. Stosowane wagi mogą mieć charakter liniowy lub logarytmiczny bądź też jakiś inny związek. Analiza ilościowa z kolei szacuje praktyczne konsekwencje dla wartości i ich prawdopodobieństwa oraz tworzy wartości poziomu ryzyka. Pełna analiza ilościowa nie zawsze może być możliwa lub pożądana. Powodem tego stanu może być niewystarczająca informacja na temat systemu, brak danych, brak wpływu czynników ludzkich itp. Często zdarza się, że wykorzystanie analizy ilościowej nie jest konieczne lub nie jest uzasadnione.

Poziomy ryzyka powinny być wyrażone w najbardziej odpowiednich kategoriach dla danego rodzaju ryzyka oraz w formie, która wspomaga ocenę ryzyka. W niektórych przypadkach wielkość ryzyka może być wyrażona jako rozkład prawdopodobieństwa.

Ocena ryzyka będąca czwartym elementem systemu polega na porównaniu szacowanego poziomu ryzyka z jego kryteriami. Etap ten wykorzystuje informacje uzyskane w fazie analizy w celu podejmowania decyzji dotyczących przyszłych działań. Wyrażna jest więc konsekwencja w działaniu pomiędzy poszczególnymi sekwencjami modelu BSI (IEC/ISO 31010:2009), co też czyni go spójnym. Na tym etapie brane są pod uwagę również etyczne, prawne, finansowe i inne czynniki ryzyka mające wpływ na ostateczne decyzje. Te z kolei mogą dotyczyć:

- kwestii ewentualnej odpowiedzi na ryzyko,
- priorytetów postępowania z ryzykiem,
- wyboru pomiędzy opcjami o różnych poziomach zagrożeń,
- problemów, czy dana działalność powinna być w dalszym ciągu wykonywana,
- najwłaściwszego wyboru strategii postępowania z ryzykiem, które przeniosą negatywne ryzyka do akceptowalnego poziomu,
- odpowiedzi na pytanie, która z pewnej liczby ścieżek powinna być w danym przypadku realizowana.

Ewentualna decyzja o tym, czy i jak naprawiać ryzyko w znacznym stopniu zależy od kosztów i korzyści płynących z podejmowania ryzyka oraz kosztów i korzyści z wdrożenia ulepszonej kontroli. Końcową fazą procesu jest więc odpowiedź na ryzyko, o ile dokonana ocena dostarczy odpowiedzi na wskazane problemy.

Równoległe do całego procesu odbywa się proces monitorowania, w którym to w regularnych odstępach czasu sprawdzane jest, czy:

- założenia dotyczące ryzyka pozostają w mocy,
- założenia, na których opiera się ocena ryzyka, pozostają w mocy,
- oczekiwane rezultaty są osiągnięte,
- wyniki oceny ryzyka są zgodne z nabytymi doświadczeniami,
- techniki oceny ryzyka są prawidłowo stosowane,
- naprawa ryzyka jest skuteczna.

W procesie tym ważne jest ustalenie odpowiedzialności za monitorowanie i wykonywanie przeglądów.

Niebagatelne znaczenie w procesie zarządzania ryzykiem odgrywają wytyczne opracowane według dokumentów COSO (The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commissions). Organizacja ta wydała dwa dokumenty: COSO I oraz COSO II. W pierwszym z wymienionych, określonym jako kontrola wewnętrzna – zintegrowana struktura ramowa (*Integral Control – Integrated Framework*), wskazano na pięć głównych elementów procesu kontroli wewnętrznej:

- monitoring,
- informację i komunikację,
- kontrolę działalności,
- ocenę ryzyka,
- kontrolę środowiska w kontekście operacji, sprawozdawczości finansowej oraz zgodności z obowiązującymi normami prawnymi.

Potrzeba opracowania nowych zasad zarządzania ryzykiem według zaostrzonych przepisów prawa wymusiła na organizacji konieczność opracowania drugiego z wymienionych dokumentów pod nazwą zintegrowana struktura ramowa zarządzania ryzykiem korporacyjnym. Publikację datuje się na 2004 r. COSO II stanowi opis procesu składającego się z ośmiu wzajemnie zależnych elementów, takich jak: środowisko zewnętrzne, wyznaczenie celów, identyfikacja zdarzeń, ocena ryzyka, odpowiedź na ryzyko, mechanizmy kontrolne, informacja i komunikacja, monitoring (Wróblewski, 2011). Podstawowym założeniem dokumentu jest połączenie czterech celów: strategicznych, operacyjnych, sprawozdawczości i zgodności z prawem, z komponentami i jednostkami organizacyjnymi, jak również pokazanie zależności między nimi.

Zintegrowana struktura ramowa zarządzania ryzykiem korporacyjnym w przeciwieństwie do COSO I systematyzuje proces zintegrowanego zarządza ryzykiem. Zdaniem W. Machowiaka oraz I. Staniec (Machowiak i Staniec, 2007)

standard ten ma jednak zachwianą równowagę na rzecz struktury biznesowej, natomiast niewiele miejsca poświęca analizie ryzyka.

Standard zarządzania ryzykiem FERMA (Federation of European Risk Management Associations) jest wynikiem prac zespołów przedstawicieli brytyjskich organizacji z branży, jak Instytut Zarządzania Ryzykiem (The Institute of Risk Management IRM) oraz Krajowego Forum na rzecz Zarządzania Ryzykiem w Sektorze Publicznym (The National Forum for Risk Management in the Public Sector ALARM) oraz Stowarzyszenia Menedżerów Ubezpieczeniowych i Zarządzających Ryzykiem (The Association of Insurance and Risk Managers AIRMIC). Standard opisuje proces kontroli ryzyka w odniesieniu do celów strategicznych przedsiębiorstwa. Proces zarządzania obejmuje sześć faz zarządczych powiązanych formalnym audytem, umożliwiającym wprowadzanie zmian. Są to takie etapy, jak (Standard Zarządzania Ryzykiem, 2002):

- ocena ryzyka – proces złożony z analizy ryzyka i jego ewaluacji,
- informowanie o ryzyku,
- decyzja,
- postępowanie wobec ryzyka,
- tzw. *Residual Risk Reporting*,
- monitorowanie.

Wśród pewnych podejść do zarządzania ryzykiem wymienia się również metodykę zwaną PRINCE2 (*Projects in a Controlled Environment*). Opracowanie to stanowi zarówno opis zorganizowanej metody zarządzania projektem w sterowanym środowisku, jak i program certyfikacji. Standard ten kładzie nacisk na dzielenie projektów na łatwe do kontrolowania etapy:

- strategiczne zarządzanie projektem,
- planowanie,
- przygotowanie założeń – uruchamianie projektu,
- inicjowanie projektu,
- sterowanie etapem,
- zarządzanie wytwarzaniem produktów,
- zarządzanie zakresem etapu,
- zamykanie projektu.

W pewnym rozumieniu metodologia ryzyka stosowana w PRINCE2 jest rejestrem ryzyka. Odnosi się do trzech zasad: tolerancji ryzyka, odpowiedzialności za ryzyko i własności ryzyka. Opiera się także na siedmiu problemach i siedmiu tematach. Do problemów tych zalicza się:

- kontynuację uzasadnienia biznesowego,
- naukę przez doświadczenie,
- definiowanie ról i obowiązków,
- zarządzanie względem etapów,
- zarządzanie przez wyjątki,
- koncentrację na produktach,
- dostosowanie się do środowiska projektu.

Z kolei wśród wspomnianych tematów wyróżnia się: kwestie gospodarcze, organizacja, jakość, plany, ryzyko, zmiany i postęp.

W rozważaniach nie sposób pominąć niemieckiej ustawy o kontroli i przejrzystości w przedsiębiorstwie – KonTraG (Wolf i Runzheimer, 1999). Koncepcja samej ustawy oparta jest na podejściu procesowym do zarządzania ryzykiem:

- plan – przyjmij,
- działanie – utrzymuj i ulepszaj,
- sprawdź – monitoruj i kontroluj,
- wykonaj – wprowadź i działaj.

KonTraG nakłada na zarządy spółek akcyjnych obowiązki wynikające z wdrażania systemu nadzoru oraz umieszczania w sprawozdaniach finansowych informacji o ryzykach związanych z przyszłą działalnością firmy. Ustawa nałożyła na biegłego rewidenta obowiązek wskazywania nieprawidłowości. Ponadto wprowadziła normy ostrożnościowe, wymuszające na organizacjach identyfikację ryzyka i jego podział.

Istotny wkład w rozwój standardów zarządzania ryzykiem ma Bazylejski Komitet Nadzoru Bankowego, który przez publikację dokumentu Nowa Umowa Kapitałowa (Basel II) wskazuje na standardy i zasady dotyczące zarządzania banków (Chorafas, 2004). Bazylea II opiera się na trzech wzajemnie uzupełniających się filarach:

- minimalnych wymogach kapitałowych,
- ocenie kapitału wewnętrznego,
- obowiązku publikacji informacji.

Ponadto standard definiuje zdarzenia generujące ryzyko, tj.:

- oszustwa wewnętrzne i zewnętrzne,
- zatrudnienie i bezpieczeństwo w miejscu pracy,
- klienci, produkty oraz praktyki biznesowe,
- zakłócenia działalności gospodarczej i błędy systemów,
- wykonywanie transakcji, dostawa, zarządzanie procesami operacyjnymi.

Z biegiem czasu zapisy Nowej Umowy Kapitałowej zostały przekształcone w prawo obowiązujące we wszystkich krajach Unii Europejskiej (*Capital Requirements Directive – CRD*).

Konsekwencją licznych skandali finansowych w Stanach Zjednoczonych z udziałem dużych organizacji było uchwalenie przez Kongres USA w 2002 r. ustawy o reformie rachunkowości spółek publicznych oraz o ochronie interesów. Celem wprowadzenia tej ustawy, zwanej potocznie ustawą Sarbanesa-Oxleya bądź SOX lub Sarbox, było odzyskanie zaufania inwestorów i innych podmiotów do giełdowych korporacji, ochrona inwestorów dzięki poprawieniu wiarygodności i dokładności sprawozdań finansowych przedsiębiorstw, jak również ponowne określenie funkcji zarządów, biegłych rewidentów i innych podmiotów nadzoru korporacyjnego (Burczyc, 2012).

SOX zaostroża standardy wewnętrznej kontroli i nakłada na dyrektorów pełną odpowiedzialność za prawdziwość sprawozdań finansowych. Zwiększa wymagania kontroli jakości i usług audytorskich, wprowadzając wymóg niezależnego audytora oraz sankcje (finansowe i karne) dla władz spółek w przypadku wykrycia nieprawidłowości w sprawozdaniach finansowych (Wróblewski, 2011).

Poza grupą już wymienionych standardów występują również i inne, jak np. (Daliga, 2011):

- COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*),
- Międzynarodowe Standardy Profesjonalnej Praktyki Audytu Wewnętrznego IIA (*The Institute of Internal Auditors*),
- JIS Q 2001:2001 (*Guidelines for Development and Implementation of a Risk Management System*),
- CAN/CSA Q850 (*Risk Management. Guideline for Decision-Makers*)
- ONR 49000:2004 (*Risikomanagement für Organisationen und Systeme. Begriffe und Grundlagen*).

Wszystkie odnoszą się zarówno do ogólnych kwestii procesu zarządzania ryzykiem, jak i do konkretnych działań, poszczególnych branż, a nawet państw. Często zdarza się, że międzynarodowy standard wywodzi się z lokalnego środowiska i jest oparty na praktykach w nim funkcjonujących.

Wykazana różnorodność modeli i standardów zarządzania ryzykiem nie oznacza, że procesu nie można traktować uniwersalnie. Pamiętać jednak należy przy organizacji jego przebiegu o teoriach mających fundamentalne znaczenia dla zarządzania ryzykiem (Hall E.M., 1997). Są to:

- teoria estymacji (*Bayes theory*) zwana bayesowską – mówi, w jaki sposób „połączyć” informację nową ze starą (Groebner i Shannon, 1993),
- teoria chaosu (*chaos theory*) – zgodnie z nią istotne jest zarządzanie nieprzewidywalnością lub zdarzeniami mało prawdopodobnymi, a przy podejmowaniu decyzji biznesowych znaczącą rolę odgrywa tzw. „ślepy traf”,
- teoria kreatywności (*creativity theory*) – zajmuje się analizą i zrozumieniem indywidualnych potrzeb i motywacji do tworzenia kreatywnych rozwiązań (Clemen, 1991),
- teoria podejmowania decyzji (*decision theory*) – posługuje się prawdopodobieństwem do rozwiązywania trudnych problemów,
- teoria gier (*game theory*) – jest dziedziną zajmującą się opisem różnych sytuacji, w których uczestniczą podmioty świadomie podejmujące pewne decyzje, w wyniku których następują rozstrzygnięcia mogące zmienić ich położenie; zajmuje się głównie sytuacjami konfliktowymi, a jej zasadniczym celem jest maksymalizacja zysku i minimalizacja ryzyka (Maławski, Wieczorek i Sosnowska, 1997),
- teoria portfelowa (*portfolio theory*) – opiera się na technice dywersyfikacji (Markowitz, 1952),

- teoria prawdopodobieństwa (*probability theory*) – definiuje prawdopodobieństwo jako stopień pewności i możliwości zajścia jakiegoś zdarzenia; jest ważnym instrumentem prognozowania; zależy od jakości informacji oraz zbioru zdarzeń elementarnych (Hall E.M., 1997),
- teoria niepewności (*uncertainty theory*) – używa prawdopodobieństwa do modelu nieznanego, niepewnego,
- teoria użyteczności (*utility theory*) – modeluje preferencje i nastawienia środowiska i otoczenia odnośnie do ryzyka; jak wiadomo, każdy pojedynczy osobnik inaczej postrzega ryzyko i podejmuje odmienne decyzje; teoria użyteczności najlepiej wyjaśnia koncepcję awersji do ryzyka inwestora (Jajuga i Jajuga, 1996).

3

Zarządzanie ryzykiem pogodowym

Prowadzone w ostatnim czasie badania nad dywersyfikacją ryzyka cechuje ścisła zależność ryzyka od środowiska naturalnego. Obecnie najistotniejszym przedmiotem rozważań jest relacja człowiek – środowisko, a wszelkie zmiany zachodzące w środowisku są przedmiotem zwiększonego nim zainteresowania.

Owszem, nadal istotna jest koncepcja ryzyka i podejmowania decyzji w warunkach niepewności przyszłych zdarzeń, jednak w głównym nurcie ważniejsza staje się relacja ryzyka ze środowiskiem, w jakim człowiekowi przyszło żyć, i traktowanie ryzyka z punktu widzenia globalnej perspektywy. Współczesne zarządzanie ryzykiem cechuje się zatem zwiększoną świadomością społeczną oraz wielowarstwowością problematyki przy równoczesnej interdyscyplinarności badań. Niektóre tego przejawy zostały już zasygnalizowane w poprzednim rozdziale.

Mimo wspomnianej świadomości do tej pory nie udało się opracować jednej koncepcji badawczej ryzyka ani też jego uniwersalnej definicji. Śmiało można stwierdzić, że jest wręcz odwrotnie. Badania nad ryzykiem stały się w znacznym zakresie obszarem formułowania sprzecznych paradygmatów badawczych oraz przeciwstawnych celów i ocen. Nie oznacza to jednak, że w ciągu kilku lat nie doprowadzi to do pozytywnych rozwiązań w tym zakresie, zarówno tych korzystnych dla człowieka, jak i środowiska, w którym przyszło mu żyć.

Tematem niniejszego rozdziału są kwestie związane z zarządzaniem ryzykiem pogodowym. Podjęto w nim próbę charakterystyki istoty i cech tego typu ryzyka oraz przedstawiono zagadnienia związane z powszechnie stosowanymi metodami zarządzania nieekstremalnymi zdarzeniami pogodowymi. Dodatkowo scharakteryzowano problematykę związaną z relacjami tego rodzaju ryzyka do pewnych rodzajów ryzyka w przedsiębiorstwie. Jego zwieńczenie to sprawy zabezpieczenia się przed ryzykiem pogodowym, tzw. pogodowe instrumenty finansowe, a tym samym zagadnienia rozwoju pogodowych instrumentów pochodnych.

3.1

Istota i cechy ryzyka pogodowego

Wychodząc z założenia, że współcześnie działalność gospodarcza w znacznym stopniu zdeterminowana jest sytuacją w środowisku naturalnym człowieka, warto wyraźnie nawiązać do raportu *The Human Choice and Climate Change* (HCCC) (Columbus, 1998). Dokument ten zajmuje się analizą globalnych przemian z różnych perspektyw, a główna jego przesłanka wynika ze stwierdzenia, że ciągła ingerencja człowieka w przyrodę przyczyniła się do występowania zagrożeń. Dzięki globalnemu zasięgowi oraz nieodwracalnemu charakterowi zmian zagrożenia wymagają wypracowania określonych strategii obronnych, a co najważniejsze mechanizmów wczesnego ostrzegania. Jednak HCCC stanowi również pewnego

rodzaju punkt wyjścia czy też kompendium w kierunku opracowania skutecznych systemów „pogodowego” zarządzania ryzykiem. Ponadto, co wydaje się być najważniejsze, w raporcie tym badania zostały przeprowadzone z uwzględnieniem dorobku nauk społecznych, co rzeczywiście świadczy o wspomnianej już interdyscyplinarności współczesnych badań. Dokonano zatem próby uzupełnienia braków typowych dla nauk przyrodniczych, wynikających głównie z braku umiejętności przewidywania działań, jakie należy formalnie podjąć w sytuacji zaistnienia możliwości przewidywania dynamiki i skutków zmian klimatycznych. Dzięki takiemu podejściu uzyskano tzw. efekt synergii.

HCCC jest dokumentem czterotomowym. Dwie pierwsze jego części *The Social Framework* (tom 1.) i *Resources and Technology* (tom 2.) odnoszą się do zagadnień ogólnych, takich jak wskazanie interakcji pomiędzy nauką, wszechobecną polityką i społeczeństwem, a także zależności pomiędzy zmianami klimatycznymi a działalnością, zachowaniem człowieka. Kwintesencją dokumentu są części *The Tools for Policy Analysis* (tom 3.) i *What have we learned?* (tom 4.). W tomie 3. analizie poddano tradycyjne instrumenty zarządzania ryzykiem i oceniono je pod kątem skuteczności w rozwiązywaniu problemów zmian klimatycznych. W tomie 4. nie tylko dokonano syntezy badań, lecz także postawiono pytanie, w jakim stopniu konfrontacja ze zjawiskiem zmian klimatycznych jest wyzwaniem dla nauk społecznych.

Warto podkreślić, że badania nad ryzykiem prowadzone już w XXI w. mają inny charakter niż te realizowane do tej pory. Dotyczą bowiem zarówno jego płaszczyzny indywidualnej, instytucjonalnej, jak i społecznej. Ponadto wyraźnie widoczny jest zwrot tych badań ku interdyscyplinarności. Jeśli chodzi o ich kontekst w relacji zmiany w środowisku – zmiany klimatyczne, dochodzi tutaj również aspekt polityczny. W tym przypadku są wypracowywane uzgodnienia i wytyczane kierunki badań przez organizacje międzynarodowe, jak np. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), World Climate Research Programme (WCRP), International Council of Scientific Unions (ICSU) czy też World Meteorological Organization (WMO). Jednak organizacje te większą uwagę skupiają na analizie danych przez ich ujednocianie i standaryzację pomiarów, a mniejszą na bezpośrednią walkę z zagrożeniami. Tym zagadnieniem z kolei zajmuje się Weather Risk Management Association (WRMA), organizacja zrzeszająca specjalistów w tym zakresie, powołana w celu zwiększania świadomości społecznej na temat zarządzania ryzykiem pogodowym (Majewska, 2013).

Pomijając wspomniane kwestie nowych kierunków badań nad ryzykiem i tendencje, jakie możemy obecnie w tym zakresie obserwować, warto skupić uwagę nad problemem stawianym w niniejszej monografii, a mianowicie na ryzyku pogodowym niż na szeroko pojętej relacji człowiek – środowisko. Tym samym istotne jest dokonanie krótkiej charakterystyki tego typu ryzyka, który wraz z upływem lat nabiera coraz większego znaczenia. Pamiętać należy, że ryzyko pogodowe dotyczy strat zarówno w wielkości produkcji, jak i w zdolnościach wytwórczych, które występują w wyniku niektórych zjawisk atmosferycznych, jak

choćby opady atmosferyczne, wiatry czy temperatura, mogące wpływać na działalność gospodarczą, czego nie można lekceważyć.

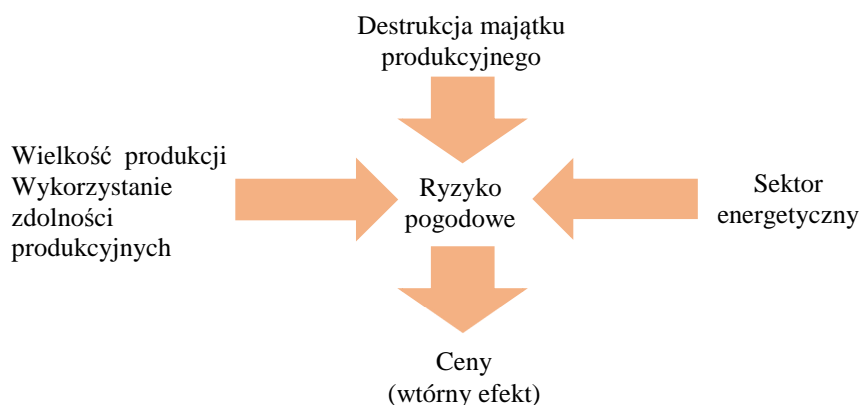
Cechą wspólną tych zjawisk jest zmienność, co dodatkowo upodabnia je do klasycznych rodzajów ryzyka i zwiększa możliwość ingerencji metod ilościowych w skuteczny proces zarządzania tego typu ryzykiem. Takie podejście pozwala na opisywanie ich przebiegu za pomocą np. rozkładu normalnego (Dischel, 1999).

Poza elementem scalającym występują także różnice, które mają podłoże w tzw. „grubych ogonach”, odpowiedzialnych za opis nietypowych, ekstremalnych zjawisk atmosferycznych. I tak, jeśli wspomniane zmiany są dość regularne, można wyodrębnić je jako oddzielny czynnik ryzyka, jak w przypadku bardzo silnych wiatrów, huraganów.

Zjawiskom takim jak temperatura czy też opady atmosferyczne, czyli mieszczącym się w granicach reguły trzech sigm, można przypisać charakter ciągły. Mają one bezpośrednie przełożenie na wielkość produkcji, a co za tym idzie – na wykorzystanie zdolności produkcyjnych (rysunek 3.1). To z kolei determinuje silnie wynik finansowy.

Jeśli chodzi o zjawiska typowo ekstremalne, gwałtowne, będące w granicach wspomnianych „grubych ogonów”, wpływają one na destrukcję majątku trwałego będącego w posiadaniu firmy oraz na zniszczeniach w majątku, jaki znajduje się w posiadaniu ludności. Typowym tego przykładem są powodzie bądź huragany.

Nie bez znaczenia jest oddziaływanie zjawisk atmosferycznych na sektor energetyczny. Przykładowo, podczas analizy temperatury widoczne staje się jej przełożenie na popyt nośników energii. Zbyt lekkie zimy wywołują spadek zapotrzebowania na surowce energetyczne. Wahania popytu sprawiają, że ceny nośników energii również ulegają fluktuacjom i trendom (Hull, 2010).

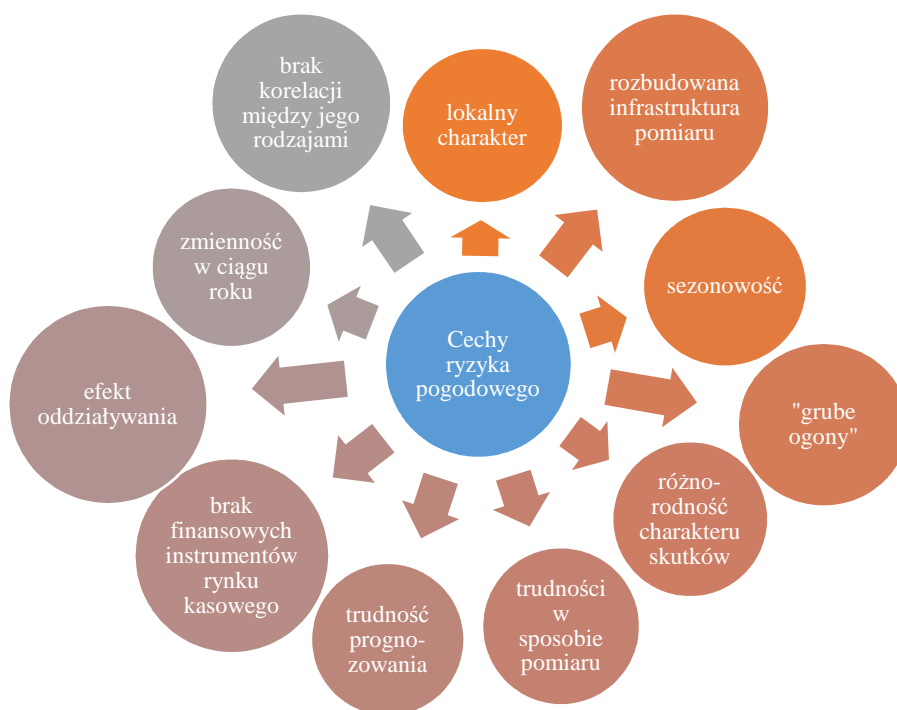


Rysunek 3.1. Zależności dotyczące ryzyka pogodowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szopa (2012), *Właściwości ryzyka pogodowego*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H, Lublin.

W całej tej analizie ważny jest także problem następstw ryzyka pogodowego, którym jest zmienność cen. W wyniku spadku wielkości produkcji czy też bardziej destrukcyjnego zniszczenia majątku ceny ulegają zmianom. Jest to wynik spadku podaży.

Analizując istotę ryzyka pogodowego, warto zwrócić uwagę, że wspomniane jego czynniki mogą pociągać za sobą efekty substytucyjne. Susza w dłuższym okresie może relatywnie wpływać na wzrost zapotrzebowania na odnawialne źródła energii, a przez to kreować poziom cen tych nośników. W przypadku charakterystyki cech ryzyka pogodowego (rysunek 3.2) można pokusić się o ich wyodrębnienie w wyniku analizy charakteru zjawisk atmosferycznych.



Rysunek 3.2. Cechy charakterystyczne ryzyka pogodowego

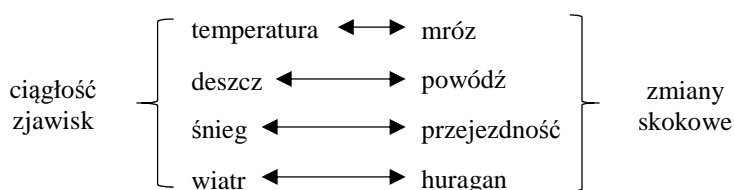
Źródło: opracowanie własne.

Przykładowo, można wymienić takie cechy, jak lokalny charakter czy też sezonowość. Pierwsza z nich jest o tyle jasna w interpretacji, że zjawiska, o których mowa, odnoszą się do określonego terytorium geograficznego, a co za tym idzie są charakterystyczne głównie dla określonych zakątków naszego globu. W równej mierze dotyczy to np. licznych tornad czy huraganów występujących na wschodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych czy też innych zjawisk, które zachodzą na danym obszarze. Druga rozpatrywana cecha związana jest bardziej z ewentualną

cyklicznością w powtarzalności ich występowania. Analizując niektóre z nich, na przestrzeni lat wyraźnie uwidacznia się sezonowy charakter, głównie odnoszący się do pór roku. Nie oznacza to jednak, że w ramach danych pór roku zjawiska pogodowe są przewidywalne, a jedynie, że występują pewne cechy właściwe dla danego okresu. Przykładowo, mróz występuje zimą, ale nie jest znana ani jego siła, ani dokładny okres jego wystąpienia (Czekaj, 2016).

Kolejną znaczącą cechą są tzw. „grube ogony”. Są one o tyle istotne, gdyż odnoszą się do ewentualności wystąpienia zjawisk ekstremalnych, niemieszczących się w klasycznych granicach. Dodatkowo, co jest równie ważne, prawdopodobieństwo ich wystąpienia jest bardzo małe, za to ewentualne skutki, straty mogą być bardzo duże.

Ponadto część zmian, jakie następują, ma charakter ciągły, jak np. temperatura, inne zaś charakter skokowy (rysunek 3.3). Tutaj zaliczamy te charakterystyczne dla wartości z obszarów ogonowych. Uogólniając, można stwierdzić, że cechą ryzyka pogodowego jest w tym wypadku tzw. różnorodność charakteru skutków zjawisk atmosferycznych (Banks, 2002).



Rysunek 3.3. Ciągłość a skokowość zjawisk pogodowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szopa (2012), *Właściwości ryzyka pogodowego*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H, Lublin.

Bardzo ważną kwestią jest trudność w sposobie pomiaru i przeliczania na wielkość pieniężną. Rozwiązaniem problemu jest „przeniesienie” zjawisk atmosferycznych na płaszczyznę rynków finansowych, a co za tym idzie – ewentualne zabezpieczenie wywoływanych przez nie skutków finansowych.

Zjawiska atmosferyczne są trudne do prognozowania, co nie znaczy, że jest to niemożliwe (w dalszej części publikacji uda się to w znacznej części udowodnić). Gdyby było możliwe dokładne prognozowanie pogody w dłuższym horyzoncie czasowym, wówczas nie byłoby ryzyka pogodowego i całego problemu. Mimo znacznego rozwoju meteorologii synoptycznej wykonanie prognozy pogody o zadawalającej trafności jest w zasadzie możliwe dla kilku, kilkunastu dni naprzód, co w przypadku większości przedsiębiorstw oznacza zdecydowanie zbyt krótki okres.

Na dodatek rozpatrywane zjawiska wymagają pomiaru bardzo rozbudowanej infrastruktury. Warto zauważyć, że w sferze samego ryzyka brak jest korelacji z innymi kategoriami ryzyka towarzyszącemu prowadzeniu działalności.

Ważną cechą ryzyka pogodowego wydaje się być również jego efekt oddziaływania. Może on być zarówno pozytywny, w przypadku gdy warunki pogodowe są korzystne dla danego podmiotu, jak i negatywny, gdy są one niekorzystne.

Oprócz lokalnego charakteru tego typu ryzyka trzeba podkreślić charakterystyczną jego cechę, jaką jest wielkość, która zmienia się w ciągu roku, mimo że na przestrzeni lat obserwuje się wymienione cechy sezonowości.

Jak wskazuje A. Szopa (2012), bardzo ważną właściwością ryzyka pogodowego jest brak finansowych instrumentów rynku kasowego. W sferze finansów mamy zatem do czynienia tylko i wyłącznie z pochodnymi instrumentami pogodowymi.

3.2

Wpływ nieekstremalnych zdarzeń pogodowych na wyniki finansowe podmiotów gospodarczych

Z pewnością każdy z nas jest w stanie wskazać sytuację, kiedy to na własnej skórze odczuł „figle”, jakie płaća czasem pogoda. Pomijając w tym przypadku wydarzenia stosunkowo rzadkie, ekstremalne, takie jak trzęsienia ziemi, huragany, trąby powietrzne czy też powodzie, częściej pojawiają się inne anomalie pogodowe. Jak już wspomniano, ich ewentualne odchylenia mieszczą się w zakresie rozkładu normalnego. Typowym przykładem takich stanów są nagłe ochłodzenia latem bądź przeciwstawnie ciepłe zimy, duże opady czy też porywiste wiatry. Owszem, każde z wymienionych zjawisk ma wpływ na człowieka, jednak nie zawsze jest on jednakowy. Z jednym należy się zgodzić, że w przypadku relacji do działalności gospodarczej jest on dość znaczny, gdyż według niektórych szacunków blisko 70% tzw. światowej działalności gospodarczej jest podatna na wpływy pogody (Brabazon i O Idowu, 2002). Analizując sytuacje, kiedy to zbyt łagodna zima ma istotny wpływ na zyski przedsiębiorstw z sektora energetycznego, a chłodne lato oddziałuje w podobny sposób na producentów napojów chłodzących czy lodów, bądź też obserwując ewentualne koszty przedsiębiorstw zajmujących się odśnieżaniem, wyraźnie zauważalne jest znaczne oddziaływanie pogody na działalność firm. Liczbę przytoczonych przykładów można mnożyć, gdyż tzw. wpływy pogodowe są współcześnie nad wyraz istotne.

Jak podaje J. Preś (2007), pojęcia ryzyka pogodowego używa się w literaturze do opisu finansowych zagrożeń przedsiębiorstwa na zdarzenia pogodowe, takie jak ciepło, zimno czy wszelkiego rodzaju opady atmosferyczne. Bardziej ogólnie problem traktują M. Corbally i P. Dang (2002), których zdaniem ryzyko to obejmuje zespół zagrożeń w postaci katastroficznych i niekatastroficznych zdarzeń. Z kolei J. Cogen (1998) w definiowaniu nawiązuje do wyniku finansowego. Jego zdaniem ryzyko pogodowe identyfikowane jest z niepewnością przepływów pieniężnych i zysków spowodowanych zmiennością pogody w określonym czasie.

Łącząc ryzyko pogodowe z prowadzoną działalnością gospodarczą, zasadne wydaje się jego określenie jako finansowe narażenie podmiotu na zdarzenia o charakterze pogodowym. Jak podaje E. Sokołowska (2009), źródłem tych zdarzeń jest immanentna zmienność pogody. Ponieważ wpływ zmian warunków pogodowych na wyniki finansowe podmiotów można wyrazić w mierniku pieniężnym, ryzyko pogodowe zaliczane jest do katalogu ryzyka finansowego (Dziawgo, 2012). W podobnym tonie wypowiada się również WRMA, według której ryzyko pogodowe należy rozumieć jako finansowy zysk lub stratę wywołaną zmiennością dziennych warunków pogodowych²⁴. L. Clemmons (2002) traktuje omawianą kwestię jako ewentualny opis ekspozycji finansowej działalności biznesowej na wspomniane już zdarzenia pogodowe. Co istotne, ekspozycja ta ma najczęściej niekatastroficzny charakter i bardziej wpływa na zyskowność podmiotów niż na ich majątek trwały. Ujęcie L. Clemmonsa przyczyniło się do dwojakiego rozumowania problemu. Niewielkie anomalie od przeciętnych warunków atmosferycznych zaczęto utożsamiać z ryzykiem pogodowym, a zjawiska pogodowe o rzadkiej częstotliwości, lecz znacznej szkodliwości, jeśli chodzi o kwestie majątkowe – ryzykiem katastroficznym (tabela 3.1).

Można zatem stwierdzić, że ryzyko nieekstremalnych zdarzeń pogodowych dotyczy większej liczby podmiotów. Ponadto częstotliwość jego realizacji jest znacznie wyższa niż w przypadku ryzyka katastrof naturalnych, aczkolwiek szkody wyrządzone w tym wypadku są mniej dotkliwe. Ryzyko nieekstremalnych zdarzeń pogodowych będzie zatem stanowiło przedmiot dalszych badań, co poniekąd było sygnalizowane już znacznie wcześniej.

Niesprzyjające stany pogodowe mogą istotnie wpływać na wielkość popytu bądź też – w skrajnych przypadkach – uniemożliwiać normalne funkcjonowanie określonego podmiotu. Duże znaczenie ma tu jednak profil prowadzonej działalności, gdyż nie w każdym przypadku siła oddziaływania ryzyka pogodowego jest jednakowa.

Branżami bezpośrednio narażonymi na ryzyko zmian warunków atmosferycznych są (Cao, Li i Wei, 2003; Malinow, 2002; Brix i Jewson, 2005):

- energetyka i górnictwo – przedsiębiorstwa wytwarzające bądź dystrybuujące energię elektryczną, ciepłą czy też np. gaz; ponadto zalicza się tutaj także elektrownie wodne i wiatrowe,
- rolnictwo – branża o największej wrażliwości na zmiany stanów pogodowych; skutki niekorzystnych oddziaływań w tym wypadku są widoczne z pewnym opóźnieniem ze względu na długi cykl produkcyjny),
- budownictwo – głównie firmy z zakresu budowy dróg i mostów,
- transport – głównie transport lotniczy i morski,
- turystyka i rekreacja – w tym wypadku istotna jest wielkość opadów jako czynnik determinujący ewentualnie niższe przychody,

²⁴ Określenie ryzyka pogodowego sformułowane przez WRMA jest nieco kontrowersyjne.

- przemysł spożywczy – cechujący się istotną sezonowością, najbardziej narażeni są producenci lodów napojów chłodzących, piwa itp.,
- przedsiębiorstwa sprzątające – zajmujące się oczyszczaniem bądź co najważniejsze odśnieżaniem, w ich wypadku oddziaływanie zmiennych warunków atmosferycznych odnosi się głównie do okresów zimowych,
- miasta i gminy – będące znacznymi odbiorcami energii cieplnej, co znacznie podwyższa koszty w przypadku dużych spadków temperatur; ponadto w tym samym okresie narażone są na zwiększone koszty związane np. z odśnieżaniem,
- działalność związana z ochroną zdrowia,
- świadczenie usług ubezpieczeniowych.

Tabela 3.1. Ryzyko pogodowe a ryzyko katastroficzne – podstawowe różnice

Kryterium różnicujące	Ryzyko pogodowe	Ryzyko katastroficzne
Wpływ na przedsiębiorstwa	Dotyczy niektórych rodzajów przedsiębiorstw	Dotyczy wszystkich przedsiębiorstw
Charakter wpływu na przedsiębiorstwo	Wpływa na wyniki finansowe	Powoduje straty w majątku trwałym
Wielkość i okres wpływu na przedsiębiorstwo	Powoduje niewielkie straty bądź dodatkowe zyski w krótkim okresie (do kilku dni), znaczne w dłuższym okresie (miesiące, sezony)	Powoduje wielkie straty zwykle w krótkim czasie
Częstość realizowania się ryzyka	Duża	Mała
Rodzaj identyfikowanych zjawisk związanych z pogodą, które mogą wpływać na przedsiębiorstwo	Określone parametry pogody, w mniejszym stopniu zjawiska meteorologiczne	Określone katastrofalne zjawiska meteorologiczne (wysokie wielkości temperatury powietrza, intensywne opady atmosferyczne, huragan, gradobicie, zamiecie śnieżne itd.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: G. Michalski, J. Kupczyk (2008), *Wpływ ryzyka pogodowego na finansową efektywność przedsiębiorstwa*, [w:] T. Dudycz, *Wartość jako kryterium efektywności*, Indygo Zahir Media, Wrocław, s. 101-110.

Wpływ warunków atmosferycznych na wybrane rodzaje działalności gospodarczej przedstawia tabela 3.2. Zestawienie to jest ciekawe, gdyż ewentualne oddziaływanie zobrazowane jest w rozbiciu na parametry pogodowe nie zawsze jednakowo oddziałujące na daną branżę. Niektóre z nich niekiedy nie mają wręcz znaczenia. Są też takie, które są podatne na oddziaływanie każdego z nich.

Tabela 3.2. Wpływ warunków pogodowych na wybrane rodzaje działalności gospodarczej

Rodzaj działalności	Parametry pogody mające wpływ na działalność			Skutki niekorzystnych warunków pogodowych
	temperatura powietrza	opady	wiatr	
Rolnictwo	silny wpływ	silny wpływ	silny wpływ	niższe plony bądź niekorzystne ceny produktów rolnych
Budownictwo	istotny wpływ	istotny wpływ	istotny wpływ	opóźnienie w pracach wymagających określonych warunków pogodowych
Działalność rozrywkowa	istotny wpływ	istotny wpływ	istotny wpływ	odwołanie imprez bądź niższe przychody ze sprzedaży biletów
Produkcja napojów	silny wpływ	nieistotny wpływ	nieistotny wpływ	zmniejszenie się wartości sprzedaży (głównie w okresie letnim)
Zakłady energetyczne	silny wpływ	silny wpływ	silny wpływ	wzrost zapotrzebowania na energię; obniżenie się produkcji energii ze źródeł odnawialnych
Zakłady gazownicze lub ciepłownictwa	silny wpływ	nieistotny wpływ	nieistotny wpływ	zwiększenie się ilości ciepła potrzebnej do ogrzewania pomieszczeń
Kurorty narciarskie	nieistotny	istotny wpływ	nieistotny wpływ	niższe przychody ze sprzedaży biletów
Transport lotniczy	istotny wpływ	istotny wpływ	silny wpływ	opóźnienie lub odwołanie lotów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: R. McIntyre (2001), *Weather Risk Management*, Conference Materials. WRMA.; NAIC. (2003), *Weather Financial Instruments (Temperature). Insurance or Capital Markets Products?* NAIC.

Istotne tutaj zdaje się być przytoczenie wyników badań amerykańskich. Jednostka podległa Departamentowi Handlu Stanów Zjednoczonych w 2001 r. przeprowadziła badanie dotyczące analizy wpływu i siły oddziaływania ryzyka pogodowego o charakterze niekatastroficznym na amerykańską gospodarkę. Wartości poszczególnych wyników w tym zakresie przedstawia tabela 3.3.

Dokonując oceny całościowej, można stwierdzić, że około 40% PKB Stanów Zjednoczonych jest zależna od stanów pogodowych. Rozbicie na poszczególne sektory, poza ogólną charakterystyką oddziaływania, pozwala spostrzec, że nie wszystkie z nich są podatne na wpływ warunków atmosferycznych w jednakowo dużym stopniu. Występują przypadki braku bezpośredniego przełożenia. Wielkość ekspozycji na ryzyko pogodowe zależy w znacznej mierze od cha-

Tabela 3.3. Komponenty gospodarki Stanów Zjednoczonych oraz ich części narażone na ryzyko pogodowe w 2000 r.

Nazwa sektora*	Wartość sektora (w mld USD)	Wartość narażona
Rolnictwo, leśnictwo i rybołówstwo	136	136
Górnictwo i kopalnictwo	128	110
Budownictwo	464	464
Produkcja przemysłowa	1567	0
Transport i usługi publiczne	825	787
Handel hurtowy	674	0
Handel detaliczny	894	894
Finanse, ubezpieczenia i nieruchomości	1936	379
Usługi	2165	261
Produkt krajowy brutto (prywatny sektor)	8657	3030
Rząd Federalny	387	0
Rząd Stanowy i Lokalny	829	829
Produkt krajowy brutto (razem)	9873	3859

* Klasyfikacja sektorowa oparta na Amerykańskich Standardach Klasyfikacji Przemysłowej z 1987 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Dutton (2002), *The Weather in Weather Risk*, [w:] B. Dischel, *Climate Risk and the Weather Market. Risk Books*.

rakteru prowadzonej działalności. Dla porównania dane *National Research Council* (National Research Council, 2003) z 2003 r. potwierdzają tylko wynik wcześniejszych badań, gdyż sugerują, że od 25 do 42% PKB Stanów Zjednoczonych jest podatna na pogodę. Z kolei J.K. Lazo w badaniach z 2011 r. wykazał, że produkt krajowy brutto USA zmienia się o $\pm 1,7\%$ w zależności od warunków pogodowych. Wartościowo daje to kwotę 485 mld dolarów w skali roku (Lazo, 2012).

Przenosząc analizę na rynek europejski, D. McWilliams i T. Diplock (2003) odkryli podobne prawidłowości w relacji warunków pogodowych do wskaźnika PKB dla niektórych państw europejskich, jak miało to miejsce w USA. Dodatkowo potwierdzenia wcześniejszych spostrzeżeń dokonał już w 2004 r. D. McWilliams (2004), który analizując dane europejskie z lat 1970-1995 w okresach kwartalnych wskazał silny oraz istotny wpływ pogody na wartość produktu krajowego brutto (McWilliams, 2004). Dodatkowo doszedł do wniosku, że wpływ warunków atmosferycznych na gospodarkę danego kraju zależy w znacznym stopniu od klimatu, jaki w danym kraju występuje. W państwach, gdzie klimat jest stosunkowo ciepły i suchy, brak opadów oraz wzrost temperatury są ujemnie skorelowane z gospodarką. Z kolei w krajach z wilgotnym i chłodniejszym klimatem niekorzystny wpływ mają zarówno obniżanie się temperatury, jak i ponadprzeciętne opady. Uogólniając swoje spostrzeżenia, D. McWilliams stwierdził, że najistotniejszym czynnikiem jest brak opadów, który negatywnie wpływa na go-

spodarkę UE. Jak podaje, wzrost ilości opadów w ciągu roku o 1 mm/dzień przyczynia się do zwiększenia PKB krajów członkowskich o przeszło 2,5 mld EUR.

W odniesieniu do Europy badania w rozpatrywanym zakresie prowadzili również J.S. Pollard, J. Oldfield, S. Randalls oraz J.E. Thornes (2008). Na przykładzie Wielkiej Brytanii wykazali, że pogoda może mieć wpływ na działalność 70% firm.

W warunkach polskich ciężko doszukać się podobnych analiz. Brak jest badań dotyczących wpływu zmian poszczególnych czynników pogodowych na sektory gospodarki. Nie znaczy to jednak, że próby w tym zakresie nie są prowadzone. Przykładem jest opracowanie D. Michalak (2014), które odnosi się jednak tylko do oceny wpływu temperatury i opadów²⁵ na ilość energii sprzedawanej przez jedną z łódzkich firm w latach 2006–2011 (dane miesięczne). W przytoczonym badaniu ograniczono się do jednorównaniowego liniowego modelu ekonometrycznego o postaci²⁶:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \gamma_1 dm2 + \dots + \gamma_{11} dm12 + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

gdzie: Y_t – ilość sprzedanej energii, w TJ,

X_1 – temperatura, w °C,

X_2 – wielkość opadów, w mm,

$dm2, \dots, dm12$ – periodyczne zmienne zerojedynkowe,

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \dots, \gamma_{11}$ – odpowiednio wyraz wolny oraz parametry stojące przy zmiennych objaśniających i przy zmiennych zerojedynkowych²⁷.

Odnosząc się już bezpośrednio do interpretacji ocen parametrów strukturalnych otrzymanych w wyniku estymacji modelu (3.1), D. Michalak dokonuje zarówno oceny dokładności ich szacunków, jak i weryfikacji merytorycznej. I tak, odnosząc się do oceny istotności otrzymanych parametrów na podstawie statystyki t -Studenta, przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$ otrzymano, że zmienna „temperaturowa” istotnie wpływa na zmienną objaśnianą. Wpływ zmiennej X_2 okazał się w tym wypadku nieistotny. Analiza merytoryczna ogranicza się do oceny kierunków wpływu zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą. O ile ujemna wartość parametru α_1 jest bezdyskusyjna – wraz ze wzrostem tem-

²⁵ Wybór temperatury jako czynnika wpływającego na sprzedaż energii elektrycznej nie wymaga uzasadnienia. Odnosząc się do wielkości opadów, należy wskazać, że wybór tej zmiennej został podyktowany faktem, że ich siła wpływa w pewnym stopniu na powstawanie szkód urządzeń energetycznych, a od ich intensywności uzależniona jest temperatura.

²⁶ Udział w modelu zmiennych periodycznie zmiennych zerojedynkowych był spowodowany faktem sezonowości w danych miesięcznych (temperatura, opady). W celu uniknięcia pułapki związanej ze zmiennymi zerojedynkowymi (*dummy variable trap*) pominięto zmienną dla jednej z kategorii, w tym wypadku $dm1$ (Gajda, 2004).

²⁷ Przy szacowaniu wartości poszczególnych parametrów strukturalnych wykorzystano metodę najmniejszych kwadratów, gdyż model ten ma charakter liniowy, liczba obserwacji wzięta pod uwagę jest w tym wypadku większa od liczby szacowanych parametrów oraz między zmiennymi objaśniającymi modelu nie ma współliniowości (Welfe, 2003).

peratury ilość sprzedanej energii maleje, o tyle brak jest logicznego uzasadnienia dla ujemnej wartości parametru α_2 . Oznaczałoby to bowiem, że wzrost opadów powoduje spadek sprzedaży energii.

W celu poparcia przedstawionych przez D. Michalak spostrzeżeń, autor publikacji przeprowadził analogiczne badania dla firm sektora energetycznego przez zwiększenie ich zakresu (zasięgu)²⁸. Uwzględniając w analizie dane o wielkości sprzedaży energii dla siedmiu dużych miast Polski w latach 2012-2016 oraz odpowiadające tym lokalizacjom dane dotyczące temperatury i opadów, oszacowano modele analogiczne do opisanego wzorem (3.1). Otrzymane szacunki w znacznej mierze opierają się na tezach stawianych w badaniach D. Michalak. Badanie istotności ocen parametrów strukturalnych przy zmiennych pogodowych wskazuje na istotny wpływ zmiennej temperaturowej²⁹ i brak takiego wpływu w przypadku czynnika opadowego. Wy tłumaczeniem takiego stanu jest analiza dokonana już na wstępnym etapie modelowania, polegająca na badaniu korelacyjnym pomiędzy zmiennymi pogodowymi a zmienną modelowaną, czyli ilością sprzedanej energii. Już na tym etapie zauważalna jest wysoka, ujemna zależność temperatury i zmiennej endogenicznej, natomiast brak jest tej (istotnej) zależności dla analogicznej korelacji z wielkością opadów³⁰.

W pewnym sensie analogiczna staje się również ocena merytoryczna otrzymanych modeli, gdyż potwierdzają się ujemne wartości ocen parametrów strukturalnych przy zmiennej X_1 . Brak jest jednak jednomyślności w przypadku spostrzeżeń dotyczących parametru α_2 . Tutaj kwestia ujemnego bądź dodatniego znaku wygląda wyjątkowo różnie. Brak jest wyraźnej tendencji w tym zakresie.

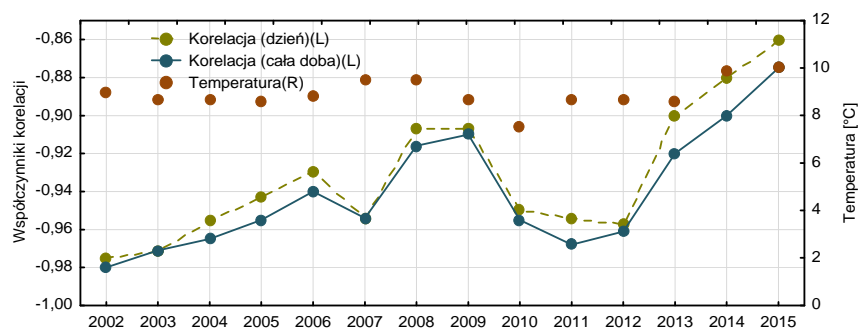
Należy wyraźnie podkreślić, że każdy z siedmiu oszacowanych w tym wypadku modeli charakteryzował się znacznym dopasowaniem do danych empirycznych. Świadczyć o tym mogą chociażby wartości współczynników determinacji przekraczające poziom 0,91.

Jak widać z przytoczonych przykładów, wpływ zmian pogodowych na, ogólnie mówiąc, kondycję podmiotów gospodarczych jest niekiedy bardzo duży. Rolnictwo i energetyka są w tej grupie najbardziej podatne, wrażliwe. Odnosząc się do energetyki, należy wskazać istotną prawidłowość: wielkość zużycia energii jest tym większa, im niższa jest temperatura zewnętrzna (Dischel, 2002). Zależność pomiędzy temperaturą a zapotrzebowaniem na moc w Polsce obrazuje rysunek 3.4.

²⁸ Do badań wykorzystano dane pochodzące z PGE Obrót S.A. Biorąc pod uwagę zasięg działania tegoż podmiotu, uwzględniono dane dotyczące sprzedaży energii oraz czynników pogodowych dla miast, w których mieszczą się główne oddziały PGE Obrót S.A., mianowicie: Łódź, Lublin, Rzeszów, Skarżysko-Kamienna, Zamość, Białystok oraz Warszawa.

²⁹ Wartości p , czyli komputerowego poziomu istotności (STATISTICA 12), zarówno dla wyrazu wolnego, jak i parametru stojącego przy zmiennej temperaturowej, są znacznie mniejsze od przyjętego poziomu 0,05.

³⁰ Wartości współczynników korelacji poparto analizą wzrokową wykresów rozrzutu, na których zauważono duże rozproszenie punktów.



Rysunek 3.4. Wartości korelacyjne pomiędzy temperaturą a zapotrzebowaniem na moc – dla kroku czasowego jeden miesiąc³¹

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Jurasz, J. Mikulik, A. Piasecki (2016), *Wpływ zmienności temperatury na zapotrzebowanie na moc elektryczną w Polsce w latach 2002-2015*, Przegląd Elektrotechniczny, nr 9, s. 257-261.

Wpływ zjawisk atmosferycznych na zmianę chwilowego popytu na energię elektryczną w przypadku innych czynników pogodowych przedstawia tabela 3.4. Podobna analiza w przypadku rolnictwa jest raczej intuicyjna. Wpływ temperatury i wielkości opadów na zbiory, ich jakość oraz wielkość jest powszechnie znany i szeroko opisywany w literaturze (Lerner, 2004; Skees, 2001; Gardner, 2003). Ze względu na długość cykli produkcyjnych parametry pogodowe oddziałują z pewnym opóźnieniem. Na początku przyczyniają się do niższej produkcji rolniczej, następnie wpływają na ceny produktów, a te przekładają się na dochody producentów (Majewska, 2013). Natomiast w branży energetycznej rozpatrywany wpływ zmian pogodowych jest niemal natychmiastowy.

Wpływ poszczególnych czynników pogodowych na produkcję rolną nie jest jednoznaczny, a ponadto w różnym zakresie dotyczy uprawy roślin i hodowli zwierząt. Rozpatrując tylko temperaturę, zauważalne staje się to, że dla każdej rośliny istnieją granice najwyższa i najniższa (maksimum i minimum) w zakresie tego czynnika. Poza tymi granicami roślina nie może żyć i rozwijać się. Ponadto dla danej rośliny istnieje najkorzystniejsza wartość temperatury, tzw. optimum, przy którym ona najlepiej się rozwija. Podobne wartości istnieją także dla organizmów zwierzęcych. Taki stan rzeczy odnosi się również do wielkości opadów (deszczu, śniegu) i siły wiatru. W rolnictwie nie można się zatem nie liczyć z przebiegiem zjawisk meteorologicznych.

³¹ Na rysunku przedstawiono zmiany średniej rocznej wartości współczynnika korelacji pomiędzy średnią miesięczną temperaturą a zapotrzebowaniem na moc elektryczną w latach 2002-2015. Obliczenia wartości miesięcznych oparto na obserwacjach godzinowych.

Tabela 3.4. Wpływ zjawisk atmosferycznych na zmianę chwilowego popytu na energię elektryczną dla Anglii i Walii

Zjawisko	Zmiana popytu (MW)	Zmiana popytu w odniesieniu do popytu ogółem
Zmiana temperatury – spadek o 1°C przy temperaturach poniżej 0°C	+400	1%
Zmiana siły wiatru – wzrost prędkości wiatru o 10 węzłów przy temperaturach poniżej 0°C	+700	2%
Zmiana zachmurzenia – od nieba bezchmurnego do pełnego zachmurzenia	+1 500	4%
Wystąpienie opadu deszczu – zmiana od braku opadu do intensywnego opadu	+800	2%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Preś (2007), *Zarządzanie ryzykiem pogodowym*, CeDeWu, Warszawa; *Electricity trading in Europe – implications of competitions for pricing and contracts*, EJC Energy, April 1999.

Budownictwo to kolejny sektor mało odporny na zawirowania w stanach pogody. Niekorzystne zmiany warunków pogodowych mogą przyczynić się do znacznych strat w tej branży. Jak podaje R.B. Connors (2003), w przypadku większych projektów do umów dołącza się klauzule dotyczące kar za opóźnienia, które to zwykle opiewają na kwoty pozwalające zrekompensować zlecającemu ewentualnie utracone zyski. Ujemne temperatury bądź znaczne ilości opadów atmosferycznych utrudniają, a często nawet uniemożliwiają prowadzenie prac budowlanych. Konsekwencją takiego stanu jest płacenie kar za wszelkie opóźnienia na rzecz zleceniodawcy (Lyon, 2003).

Zagrożenia ze strony warunków atmosferycznych w budownictwie należy rozważyć zarówno w kontekście ich wpływu na sam proces budowy, jak i na inne procesy pośrednie, jak np. na produkcje materiałów budowlanych. Lista ograniczeń, jakie mogą wynikać np. z występowania przewlekłych fal upałów w strefie klimatów umiarkowanych, może być dla tych procesów naprawdę długa. Wystarczy tutaj wymienić m.in.:

- zakłócenia w transporcie i dostawach (np. przez czasowe zakazy ruchu samochodów ciężarowych),
- zakłócenia procesów technologicznych,
- ograniczenia w stosowaniu niektórych materiałów budowlanych,
- wysokie i kosztowne zapotrzebowanie na chłodzenie,
- skrócenie czasu pracy pracowników,
- ograniczenia dostaw energii (związane z problemami z chłodzeniem bloków energetycznych).

Skutki ewentualnych zmian stanów pogodowych należy również rozpatrywać w przekroju poszczególnych etapów procesu budowlanego. Dokonując oceny

wyłącznie ogólnego ich wpływu bez wyszczególnienia czynników pogodowych, można wskazać następujące następstwa:

- w fazie projektowania – konieczność zastosowania materiałów dostosowanych do zmienionych warunków pogodowych, wybór lokalizacji z uwzględnieniem zalewania i osiadania budynków,
- w fazie budowy – konieczność organizacji przechowywania materiałów bez narażania ich na skutki zdarzeń pogodowych,
- w fazie utrzymania budynków – szybsze zużycie materiałów, wzrost kosztów konserwacji oraz kosztów ubezpieczenia obiektów.

Duży wpływ zmiennych warunków pogodowych widoczny jest również w transporcie. Problem dotyczy zarówno żeglugi morskiej i śródlądowej, zależnej w znacznej mierze od wiatru, transportu drogowego, kolejowego, jak i transportu lotniczego. W przypadku tego ostatniego istotny wpływ mają już dwa parametry pogodowe, a mianowicie wiatr i wielkość opadów. Intensywne opady śniegu czy też silne wiatry mogą przyczyniać się do znacznych opóźnień bądź też całkowitego odwołania lotów (Saunderson, 2004). Koszty opóźnień bądź, co najgorsza, odwołanych lotów dla linii lotniczych są sporym obciążeniem³². We wszystkich kategoriach transportu wrażliwość na warunki klimatyczne należy rozpatrywać z punktu widzenia trzech podstawowych elementów: infrastruktury, środków transportu oraz komfortu socjalnego. Większość czynników klimatycznych ma wpływ na wszystkie rodzaje transportu, jednak niektóre z nich mają szczególne znaczenie dla konkretnego rodzaju transportu. Funkcjonowanie sektora transportu (możliwość realizacji usługi transportowej) jest uzależniona od jego wrażliwości na oddziaływanie umownych kategorii klimatu. Wrażliwość poszczególnych rodzajów transportu przedstawiono w tabeli 3.5.

Turystyka i rekreacja to również działy gospodarki, które są zależne od zmieniającej się sytuacji pogodowej. Duże znaczenie odgrywa jednak lokalizacja. Ośrodki mieszczące się w górach są narażone na straty w wyniku braku opadów śniegu zimą czy podwyższonej temperatury w tym okresie (McIntyre, 2001). Z kolei kurorty nadmorskie podatne są na tego typu zagrożenia latem, z tym że spadek ruchu turystycznego wywołują głównie niska temperatura oraz znaczna ilość opadów deszczu.

W celu zobrazowania skali ewentualnych zagrożeń warto przytoczyć wyniki badań A. Bigano, A. Goria, J. Hamilton'a i R.S.J. Tol'a (2005). Celem ich analiz było określenie zmian wielkości ruchu turystycznego powodowanych tylko i wyłącznie zmianami temperatury na terenie Włoch. I tak, wzrost temperatury o 1°C w lipcu przekładał się na wzrost liczby noclegów w regionach nadmorskich o 24 783. Wzrost temperatury w sierpniu o 1°C powodował zwiększenie się liczby noclegów o 62 294. W regionach alpejskich analogiczny wzrost temperatury w miesiącach zimowych powodował zmniejszenie się liczby noclegów o 30 368.

³² Dane z Krajowego Systemu Przestrzeni Powietrznej (NAS) wskazują, że wśród najczęstszych przyczyn opóźnień lotów wyróżnia się: pogodę 58,47%, wysokie natężenie ruchu 35,99%, zamknięcie pasa startowego 2,32%, awarię sprzętu 0,45%.

Tabela 3.5. Zakres oddziaływania UKK na różne rodzaje transportu

Umowna kategoria klimatu	Infrastruktura	Środek transportu	Komfort socjalny
Wrażliwość elementów transportu drogowego			
Mróz	2	2	2
Śnieg	3	1	2
Deszcz	3	1	1
Wiatr	3	2	1
Upał	2	1	2
Mgła	1	0	2
Wrażliwość elementów transportu kolejowego			
Mróz	3	1	1
Śnieg	3	1	1
Deszcz	3	0	1
Wiatr	3	0	0
Upał	1	0	1
Mgła	0	0	2
Wrażliwość elementów żeglugi śródlądowej			
Mróz	3	2	3
Śnieg	2	2	0
Deszcz	2	0	1
Wiatr	2	2	2
Upał	0	2	1
Mgła	0	2	2
Wrażliwość elementów transportu lotniczego			
Mróz	2	2	1
Śnieg	3	1	1
Deszcz	1	1	1
Wiatr	2	2	2
Upał	1	2	1
Mgła	0	2	1
0 – neutralne	1 – utrudniające	2 – ograniczające	3 – uniemożliwiające

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://klimada.mos.gov.pl> (dostęp: 27.08.2017 r.).

Podobne badania przeprowadzone w innych krajach europejskich wykazały, że wzrost temperatury latem o 1°C powoduje przyrost liczby turystów na poziomie 0,8-4,5%. Znacznie większe wzrosty notowane są w regionach nadmorskich niż w regionach niemających dostępu do morza. Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii wykazały, że turystyka wyjazdowa charakteryzowała się znacznie większą wrażliwością na zmiany klimatu. Ponadto wyjazdy na krótsze pobyty są bardziej wrażliwe na zmiany temperatury.

Ponadto badania prowadzone we Włoszech wykazały, że poza właściwą temperaturą podczas sezonu (kiedy część turystów i tak nie jest w stanie zmienić planów) ważną zmienną są również oczekiwania dotyczące temperatury (ekstremalne sytuacje pogodowe przed sezonem, temperatura w analogicznych miesiącach w poprzednim roku). Zmiany w popycie turystycznym powodowane większą zmiennością (lub brakiem możliwości przewidywania zmian) temperatury mogą obejmować m.in. większe zainteresowanie zakupami *last minute*, samodzielną organizacją wyjazdu, nabywanie ubezpieczeń od rezygnacji z imprezy turystycznej itd. (Kachniewska, Niezgoda, Nawrocka i Pawlicz, 2012).

Jeśli chodzi o podmioty komunalne, głównie miejskie firmy porządkowe, stopień ewentualnych zagrożeń finansowych może być także spory. Dotyczy on głównie sytuacji obfitych opadów śniegu w zimie. Determinantę potencjalnego niebezpieczeństwa stanowią zatem zmienne koszty odśnieżania dróg (Biello, 2002). Obecnie samorządy (powoli) starają się ograniczać tego rodzaju zagrożenia przez zawieranie stosownych kontraktów na tego typu usługi z firmami zewnętrznymi, tym samym cedują w pewnym sensie ewentualne zagrożenia na zewnątrz. Ryzyko występuje również po stronie firm świadczących takie usługi. W przypadku braku opadów śniegu zainteresowanie tego typu podmiotami spada do zera, oczywiście w wariancie, gdy zawarte są umowy o wykonanie dzieła.

Nawiązując do badań J. Dutton'a (2002) oraz M. Starr-McCluer (2000), a dokładniej do relacji ryzyko pogodowe i handel detaliczny, należy podkreślić, że zależność ta odnosi się do przedsiębiorstw wytwarzających bądź handlujących odzieżą. Dotyczy to podmiotów zarówno produkujących odzież zimową, jak i stroje kąpielowe czy obuwie (Nicholls, 2004).

Można zatem stwierdzić, że ryzyko pogodowe w działalności gospodarczej jest w pewnym sensie wszechobecne. Niekatastroficzne zdarzenia tego typu silnie oddziałują na gospodarkę zarówno w mikro-, jak i makroskali. Często decydują o tzw. być albo nie być. Ten wpływ przejawia się przez oddziaływanie na następujące zmienne przedsiębiorstwa (McIntyre, 2001; Majewska, 2013; Michalski i Kupczyk, 2008):

- wielkość sprzedaży i ceny produktów, usług bądź towarów – wpływ na przychody operacyjne,
- wielkość zakupów i ceny czynników produkcji – wpływ na koszty operacyjne,
- możliwości produkcyjne, handlowe czy usługowe, a więc też na wielkość sprzedaży i ceny – wpływ zarówno na przychody, jak i na koszty operacyjne,
- zysk w wyniku operacji finansowych w aktywa oparte na parametrach pogody – wpływ na przychody oraz koszty finansowe.

Analizując wcześniej przedstawione, nasuwa się wniosek, że w grupie przedsiębiorstw o bezpośrednim zagrożeniu ze strony zmieniających się warunków atmosferycznych, temperatura, opady czy też wiatr wpływają na przychody ze sprzedaży, a to ostatecznie przekłada się na wyniki finansowe przedsiębiorstw

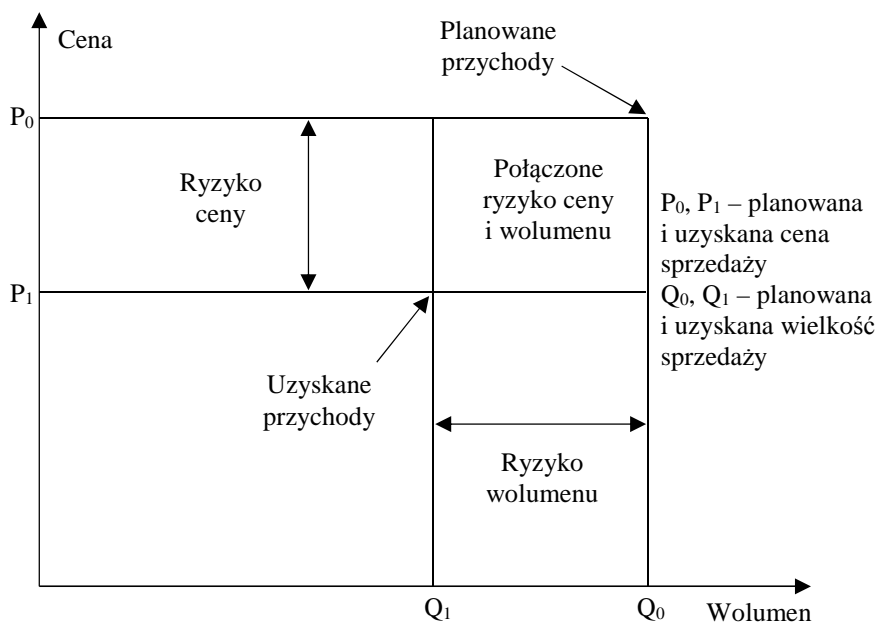
(tabela 3.6). Stąd też często pada stwierdzenie, że niekatastroficzne zdarzenia pogodowe, a dokładniej ryzyko z nich wynikające jest kojarzone z ryzykiem wolumenu (Preś, 2007). Dodać również należy, że wpływ rozpatrywanych parametrów pogodowych jest dużo większy na wolumen niż na cenę (Cogen, 1998) (Erich, 2003).

Tabela 3.6. Związki między pogodą a wynikiem finansowym

Sektor	Rodzaj ryzyka pogodowego	Skutki realizacji ryzyka
Energetyka	temperatura	niższa sprzedaż w okresie zimnego lata lub cieplej zimy
Górnictwo	temperatura	niższa produkcja w czasie cieplej zimy
Producenci napojów	temperatura	niższa sprzedaż w okresie zimnego lata
Hurtownie budowlane	temperatura/opady śniegu	niższa sprzedaż w okresie ciężkiej zimy (zamknięte place budowy)
Budownictwo	temperatura/opady śniegu	przestoje, opóźnienia w realizacji kontraktów
Rolnictwo	temperatura/opady śniegu	obniżenie wielkości zebranego plonu
Stoki narciarskie	opady śniegu	niższe obroty w okresie zimy z opadami poniżej przeciętnych lub większe koszty naśnieżania stoków
Władze lokalne	opady śniegu	wyższe koszty poniesione na utrzymanie przejezdności dróg
Transport	opady śniegu	opóźnienia w realizacji dostaw
Elektrownie wodne	opady deszczu	niższe obroty w okresie suszy

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Brockett, M. Wang, C. Yang (2005), *Weather derivatives and weather risk management*, Risk Management and Insurance Review, no. 8(1), s. 129.

Jak podają G. Michalski i J. Kupczyk (2008), wszelka analiza ryzyka pogodowego ma sens, gdy parametry pogodowe są jednocześnie czynnikami ryzyka wolumenu, ponieważ metody zarządzania ryzykiem ceny są dobrze opracowane i powszechnie stosowane. Owszem, na wolumen sprzedaży czy zakupów może mieć wpływ (poza ceną) wiele innych czynników, jak chociażby panujący obecnie trend w modzie czy w handlu zagranicznym kurs walutowy, jednak w większości przypadków czynnikami determinującymi są parametry pogody. Wówczas ryzyko nieekstremalnych zdarzeń pogodowych może być utożsamiane z ryzykiem wolumenu (rysunek 3.5), wtedy też pojawia się możliwość efektywnego jego zarządzania.



Rysunek 3.5. Relacja wolumenu sprzedaży i ceny w odniesieniu do przychodów przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne.

3.3

Zarządzanie ryzykiem nieekstremalnych zdarzeń pogodowych – etapy, metody

Podsumowując dotychczasowe rozważania na temat ryzyka, można przypomnieć, że na proces jego zarządzania składa się w głównej mierze identyfikacja, pomiar oraz kontrola. Bez względu na rodzaj ryzyka cały ten proces nastawiony jest na możliwie jak największe jego ograniczenie oraz podejmowanie działań w celu zabezpieczenia się przed jego potencjalnymi negatywnymi skutkami. Odnosząc się do ryzyka pogodowego, należy zatem postępować również według utartych już schematów i opracowanych procedur.

W początkowej fazie „pogodowego” zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie należy skoncentrować uwagę na jego identyfikację, której głównym celem powinno być określenie zdarzeń pogodowych³³ istotnych dla osiągniętych wyników finansowych. Proces ten nie jest trudny, gdyż ogranicza się do badania

³³ We wspomnianych warunkach pogodowych należy jednak dokonać rozgraniczenia na warunki o znanych parametrach i skutkach ich wystąpienia oraz na takie, w przypadku których nie są znane ani parametry, ani skutki ich wystąpienia.

korelacyjnego między danymi historycznymi, odnoszącymi się do konkretnych parametrów pogodowych, a wynikiem finansowym. Na tym etapie ważne jest uwzględnienie w analizie parametrów pogodowych, biorących pod uwagę specyfikę działalności danego podmiotu gospodarczego oraz charakteryzujących się wpływem na wolumen sprzedaży (Preś, 2007). Istotne w tym momencie jest, by rozpatrywane szeregi czasowe odnoszące się do danych meteorologicznych oraz informacji o wolumenie sprzedaży „oczyścić”, tak aby obserwowane zmiany w analizowanych szeregach w możliwie jak największym stopniu odzwierciedlały zmieniające się warunki pogodowe. Tym samym, w zależności od branży, szereg czasowy zawierający informacje o wolumenie sprzedaży wymaga usunięcia wpływu różnych czynników, takich jak:

- rynkowa cena produktu bądź świadczonej usługi,
- odpowiednio ceny dóbr substytucyjnych i komplementarnych,
- preferencje klientów oraz tzw. użyteczność produktów i usług,
- udział rynku,
- regulacje prawno-podatkowe.

Wówczas dopiero szeregi pozbawione wpływu tych czynników pozwalają na identyfikację zmiennych istotnie wpływających na wolumen sprzedaży w konkretnym przedsiębiorstwie. Analiza dotyczy czterech parametrów pogodowych, jak temperatura powietrza, opady śniegu bądź deszczu, prędkość wiatru. Niekiedy jednak dość istotny element stanowi wilgotność (Chen i Roberts, 2004).

Należy jednak pamiętać, że w procesie identyfikacji często pojawiają się problemy z dostępnością i jakością danych historycznych³⁴. Szczegółowe dane dłuższych okresów są rzadkością w przedsiębiorstwach, jeśli się jednak trafiają, często niewiele wnoszą ze względu na dynamiczne zmiany zachodzące w otoczeniu gospodarczym. Kilka lub kilkanaście lat to długi czas dla większości podmiotów. Z kolei ograniczenie się do krótszych okresów zawęży liczbę zmiennych pogodowych, jakie można jednocześnie poddać badaniu. Praktyka wymusza zatem analizę wpływu jednego lub maksymalnie dwóch parametrów pogody w odniesieniu do wolumenu sprzedaży. Wprowadzenie do badań kolejnych składowych warun-

³⁴ Jeśli chodzi o fakt dostępności, zaleca się stosowanie danych pochodzących ze źródeł rządowych jednostek meteorologicznych. Często jednak i w tym wypadku mamy do czynienia z niewystarczającą długością szeregów, niepełną bądź całkowicie niedostępną informacją dla danej lokalizacji. Wówczas wykorzystuje się w obliczeniach dane uzyskane z innych źródeł bądź też „oczyszcza” te już posiadane z tzw. pustych rekordów, nierzeczywistych wartości czy też przypadków, kiedy dane zawierają znaki graficzne. W takiej sytuacji, aby zachować ciągłość szeregu, uzupełnia się braki danych historycznych przez zastosowanie: metody sąsiedniej stacji (polega na oszacowaniu brakujących wartości w badanej stacji dla brakującego okresu na podstawie danych z sąsiedniej, najbliższej stacji z uwzględnieniem różnic występujących między nimi); metody historycznej (wypełnienie ewentualnych „luk” odbywa się przez uzupełnienie wartościami z analogicznego okresu poprzedniego roku); metody regresji (polega na zbudowaniu modelu regresji – najczęściej liniowego – jednej lub wielu zmiennych pogodowych; można ją wykorzystywać bez względu na rozmiar „luki” w danych).

ków pogodowych okazuje się najczęściej mało istotne bądź też powoduje utratę miarodajności dotychczasowych badań (Dischel, 2001).

Po etapie identyfikacji ryzyka następuje jego pomiar. Polega on na określeniu w jednostkach pieniężnych skali spodziewanych strat powstałych w wyniku wystąpienia niekorzystnych zdarzeń pogodowych. W tym przypadku wykorzystuje się już konkretną metodologię. Można tutaj zaliczyć:

- metodę najlepszego i najgorszego wyniku (Clemmons i Radulski, 2002),
- metodę współczynnika marży (Forrest, 2002),
- metodę regresji liniowej,
- metodę regresji liniowej uwzględniającej trend i sezonowość.

Metody najlepszego i najgorszego wyniku oraz współczynnika marży są stosunkowo proste do zastosowania. Jedynym warunkiem ograniczającym jest to, że można je wykorzystywać przy narażeniu przedsiębiorstwa tylko na jedną składową opisującą warunki atmosferyczne. Formuła pozwalająca oszacować rozmiar ryzyka za pomocą pierwszej z wymienionych metod jest następująca:

$$\text{Rozmiar ryzyka} = (\text{sprzedaż}_1 - \text{sprzedaż}_2) / (\text{indeks}_1 - \text{indeks}_2) \quad (3.2)$$

gdzie: sprzedaż_1 , sprzedaż_2 – największa i najmniejsza zanotowana wielkość całkowitej sprzedaży w badanym okresie,
 indeks_1 , indeks_2 – wartości indeksów pogodowych dla najbliższej przedsiębiorstwu stacji meteorologicznej w momentach, kiedy zanotowano odpowiednio największą i najmniejszą wielkość sprzedaży.

Otrzymana w wyniku zastosowania formuły (3.2) wartość informuje, o ile jednostek wzrośnie bądź spadnie wartość sprzedaży, jeśli o jednostkę wzrośnie/spadnie konkretny indeks pogody.

Jak podaje J. Preś (2007), uwzględniając w obliczeniach marżę czy też zysk odpowiadający jednostce sprzedażowej, można oszacować wartość ryzyka (*tick value*). Ta z kolei informuje o tym, ile firma zyskuje lub traci, jeśli wartość indeksu zmieni się o jeden punkt. Tak opracowany współczynnik marży wyraża w jednostkach pieniężnych wartość ryzyka przypadającą na jeden punkt indeksowy. Metoda ta opiera się więc na wartościach oczekiwanych, a jej formuła określona jest następująco:

$$\text{Współczynnik marży} = E(\text{marża}) / E(\text{indeks}) \quad (3.3)$$

gdzie: $E(\text{marża})$ – przeciętna wartość marży, jaką ma w planach osiągnąć dany podmiot, uwzględniając posiadane obecnie informacje,
 $E(\text{indeks})$ – oczekiwana wartość przyjętego indeksu pogody, określona na podstawie wskazania przyjętej stacji meteorologicznej.

Metoda regresji liniowej uznawana w tej grupie za najdokładniejszą ogranicza się do wyznaczenia współczynników kierunkowych prostych, odpowiadających uwzględnionym w badaniu czynnikom pogodowym, opiera się zatem na tzw.

liniowej funkcji regresji. Postać liniową narzuca liniowy profil wypłaty będących w obrocie pogodowych instrumentów pochodnych. Zaleca się jednak w celu poprawnego, późniejszego wnioskowania przeprowadzenie odpowiednich testów weryfikujących liniowość badanych zależności. Stosowana w tym wypadku formuła przedstawia się następująco:

$$Y_t = \sum_{i=0}^k \alpha_i x_{it} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

gdzie: Y_t – szereg czasowy odpowiadający wolumenowi sprzedaży,
 x_{it} – zmienna objaśniająca reprezentowana przez szereg czasowy uwzględnionych k indeksów pogody,
 α_i – ocena i -tego parametru informująca o wielkości narażenia przedsiębiorstwa,
 ε_t – składnik losowy.

Metoda ta nie odnosi się jednak do analizy trendu i ewentualnej sezonowości danych. W takim wypadku należy pamiętać, że ważna jest stacjonarność szeregu, co też czasem może być problematyczne i pociągnie za sobą efekt tzw. pozornej korelacji. Stąd też czasem konieczne jest wykorzystanie metodologii regresji liniowej uwzględniającej te kwestie. W przypadku struktury harmonicznej stosowana formuła miałaby postać:

$$Y_t = \sum_{i=0}^k \alpha_i x_{it} + \sum_{i=1}^{m/2} (\theta_i \cos \omega_i t + \lambda_i \sin \omega_i t) + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

gdzie: $\omega_i = \frac{2\pi i}{m}$.

W wyniku zastosowania metody największej wiarygodności do oszacowania parametrów modelowych otrzymane wartości α_i pozwalają określić stopień narażenia danego podmiotu gospodarczego na konkretną (i -tą) zmienną pogodową, o ile oczywiście parametry te przeszły pozytywnie etap weryfikacji istotności.

Na wybór metody zasadniczy wpływ powinna mieć analiza specyfiki i złożoności oddziaływania procesów pogodowych na działalność firmy. Istotne jest uwzględnienie liczby i charakteru zmiennych opisujących warunki atmosferyczne. Nie wszystkie bowiem muszą być w danym przypadku ważne.

Jeżeli ustali się już wartościowo stopień narażenia wyników sprzedażowych na określone indeksy pogodowe, można przejść do kolejnego etapu, jakim jest kontrola tego typu ryzyka. Bez względu na rodzaj ryzyka, należy pamiętać, że może ona przyjmować dwie formy: kontroli fizycznej odnoszącej się do redukcji bądź unikania ryzyka, kontroli finansowej, czyli zatrzymania, czy też transferu ryzyka. Problemem może być to, że nie każdy z analizowanych dotychczas sektorów (patrz np. tabela 3.2) pozwala na kontrolę fizyczną. Jej zastosowanie jest w tym wypadku znacznie ograniczone i w zasadzie odnosi się tylko do sektora budownictwa oraz rolnictwa, i to nie zawsze w pełni.

W przypadku pierwszego wymienionego sektora można pokusić się o zastosowanie nieco innych materiałów, bardziej odpornych na niskie temperatury czy też wilgoć. Wiąże się to oczywiście ze zwiększonymi kosztami, jednak zwykle pozwala na dotrzymanie terminów i co za tym idzie – uniknięcie ewentualnych kar umownych. Problematiczne może się niekiedy okazać zastosowanie tej koncepcji w przypadku robót ziemnych bądź wysokościowych. Nie zawsze bowiem wykorzystanie lepszych, odporniejszych materiałów budowlanych przekłada się na możliwość kontynuowania prac. Problem ten może również dotyczyć tzw. wykończeniówki (Connors, 2003). W dużo większym zakresie można ograniczać ryzyko pogodowe przez równoległe prowadzenie prac tej samej budowy. Nie jest to jednak proces łatwy, gdyż wymaga zarówno wysokiej dyscypliny, jak i wzmożonej kontroli ze strony nadzorujących projekt.

W przypadku rolnictwa ryzyko można ograniczyć przez uprawy roślin odpornych na przymrozki i wilgoć, głównie w początkowej fazie wzrostu. Dla dużych arealów redukcja ryzyka jest prawie niemożliwa, w przypadku suszy, długotrwałych opadów bądź też niskiej temperatury. Fizyczna redukcja ryzyka wspomnianych anomalii pogodowych jest możliwa tylko dla mniejszych upraw, takich jak kwiaty czy warzywa, gdzie można ewentualnie zastosować szklarnie bądź namioty foliowe. Podobnie jak w budownictwie, koszty budowy tych obiektów przekładają się na zwiększenie kosztocłonności samej produkcji.

W przypadku rolnictwa pomocne stają się ilościowe metody ograniczania ryzyka, głównie badania operacyjne, a dokładniej tzw. gry z naturą. Metodologia ta stara się rozwiązać problemy typowe dla rolnictwa, gdyż z jednej strony mamy rolnika jako decydenta, a z drugiej – pasywną postawę drugiego gracza. Jeśli wiadomo co uprawiać, na jakim obszarze i nawet znana jest prawdopodobna wielkość zbiorów, to warunki pogodowe w przyszłości stanowią już w znacznym zakresie niewiadomą. Pogoda jako „natura” jest w tym przypadku „przeciwnikiem nierozumnym”. Założenie o pasywnej postawie drugiego gracza skutkuje zatem zmianą reguł wyboru decyzji na podstawie jednego z kilku kryteriów (Jędrzejczyk, Kukuła, Skrzypek i Walkosz A., 2007; Borucki, Ignasiak, Marcinkowski i Sikora, 2001):

- reguły maxmin (kryterium Walda),
- Hurwicza,
- Bayesa-Laplace’a,
- Savage’a.

Jeśli chodzi o pozostałe rozpatrywane branże, fizyczna kontrola ryzyka jest raczej niepraktykowana. Wszelkie próby unikania ryzyka wiązałyby się bowiem z przestojem bądź też zmianą profilu działalności firmy. Również prognozy meteorologiczne nie pozwalają na efektywne unikanie ryzyka pogodowego, gdyż w średnich i dłuższych okresach mają one niską skuteczność. W tym przypadku można zatem rozpatrywać dwie możliwości: zatrzymanie lub transfer ryzyka, czyli finansową kontrolę ryzyka.

Najczęściej spotykaną formą, postawą jest zatrzymanie ryzyka niekorzystnych zmian pogody. Często może to wynikać wyłącznie z braku wiedzy decydenta o istnieniu tego zagrożenia bądź też braku możliwości ustalenia jego parametrów (Monkiewicz, 2000). Wspomniana forma jest najbardziej kosztowna, gdyż w praktyce oznacza pokrycie wszelkich szkód we własnym zakresie.

Najbardziej korzystny jest transfer ryzyka poza podmiot. Nie zawsze jest to jednak sprawiedliwe, gdyż często spotykaną jego formą jest przerzucenie negatywnych skutków na klientów (kontraktowanie, normalizacja). W innej postaci może się to dokonywać przez transfer zmiennej aury pogodowej na rynek ubezpieczeń przez zawieranie umowy ubezpieczenia czy też na rynek finansowy w formie finansowych instrumentów pochodnych.

Kontraktowanie jest często spotykane w umowach, które opiewają na znaczne kwoty bądź dotyczą produktów i usług z kategorii standardowych. Typowym sektorem, który korzysta z takiej opcji, jest energetyka. Firmy z tej branży mogą skutecznie ograniczać ryzyko pogodowe dzięki tej formie transferu ryzyka, lecz tylko w odniesieniu do dużych odbiorców.

Umową stosowaną w Stanach Zjednoczonych jest wspomniana normalizacja, która dotyczy kontraktu między dostawcą a klientem detalicznym. Jest ona o tyle nietypowa, że daje prawo podwyższenia lub obniżenia opłat za energię, w przypadku gdy dostawca na podstawie danych wstecznych przypuszcza, że w wyniku zaistniałych zmian pogodowych odnotował spadek lub wzrost wolumenu dostarczonej energii do klienta w danym okresie (Foster, 2003). Jednak jest to forma zabezpieczająca znacznie bardziej dostawcę niż odbiorcę.

Umowa ubezpieczenia jest również przykładem transferu ryzyka. Przedsiębiorstwo zazwyczaj wykupuje polisę ubezpieczeniową. W przypadku niekorzystnych zdarzeń następuje wypłata odszkodowania skalkulowana na podstawie wskazanych przez podmiot indeksów pogodowych, które wyraźnie wskazują wpływ pogody na wynik finansowy. Ten rodzaj umów jest krótkoterminowy (kilka dni) i dotyczy wąskiego grona przedsiębiorstw. Głównymi podmiotami korzystającymi z tej formy zabezpieczeń są firmy zajmujące się produkcją filmową bądź też organizacją imprez masowych.

Wydaje się, że optymalnym instrumentem pozwalającym na przeniesienie ryzyka są pogodowe instrumenty pochodne. W odniesieniu do umowy ubezpieczeniowej posiadają wiele zalet, np. są tańsze i bardziej elastyczne w porównaniu z umowami ubezpieczeniowymi. Ponadto pozwalają na pewną swobodę w ustalaniu rodzaju instrumentu czy też indeksu bazowego. Jedynym ograniczeniem, jeśli chodzi o wybór tzw. bazy, są ograniczenia rządowych agencji meteorologicznych. Każda z takich organizacji ma swój indeks bądź grupę indeksów pogody. Ponadto widoczna jest tutaj swoboda odnośnie wyboru parametrów kontraktu i co istotne warunków ewentualnego odsprzedania instrumentu. Odsprzedanie może nastąpić przed lub w trakcie realizacji. Jest to o tyle istotne, że umożliwia odzyskanie części środków przeznaczonych na ochronę.

Reasumując, należy stwierdzić, że fizyczna kontrola ryzyka jest znacznie ograniczona zarówno do sektorów, jak i do faktu, że tylko w części redukuje istniejące zagrożenia. Najczęściej stosowana jest finansowa kontrola ryzyka, z tym że kontraktowanie odnosi się raczej do pewnych i dużych dostawców. Metoda normalizacji, mimo że dotyczy klientów detalicznych firm specjalizujących się w energetyce, nie zachęca raczej do oszczędzania energii. Optymalnymi zatem rozwiązaniami są umowy ubezpieczeniowe oraz pogodowe instrumenty pochodne. Główną ich zaletą jest uniwersalny charakter.

3.4

Zabezpieczanie się przed ryzykiem pogodowym.

Rozwój rynku pogodowych instrumentów pochodnych

Wobec wielu zagrożeń wynikających ze zmieniających się warunków pogodowych sensory stają się procesem stałego przeciwdziałania się temu typowi ryzyka. Ponieważ swoim zasięgiem obejmuje znaczną część gospodarki, wszelkie badania zmierzające do optymalizacji pogodowego zarządzania ryzykiem powinny być jak najbardziej rozwijane.

Odnosząc się jednak do dotychczasowych spostrzeżeń, trzeba podkreślić, że fizyczna kontrola tego typu ryzyka jest wyjątkowo trudna, a jego ewentualne unikanie niemożliwe. Wszelkie zatem narzędzia, nawet te najbardziej skuteczne, wykorzystuje się do finansowego zarządzania ryzykiem pogodowym (niekatastroficznym). Najbardziej poprawną formą wydaje się być przeniesienie zagrożeń poza przedsiębiorstwo na podstawie kontraktu. Współcześnie efektywne ograniczenie niebezpieczeństw ze strony czynników pogodowych ogranicza się do pogodowych instrumentów pochodnych. Jest to głównie konsekwencją tego, że w przypadku rozpatrywanych zagrożeń nie jest możliwe wykorzystanie *hedgingu* naturalnego. Nie można w tym wypadku odnieść tego typu ryzyka do wielkości produkcji bądź też majątku trwałego. Taki stan rzeczy determinuje zatem fakt, że skutecznym instrumentem zarządzania ryzykiem pogodowym są specjalnie skonstruowane instrumenty finansowe.

Ich stosowanie ma niebagatelne znaczenie. Po pierwsze, pozwalają na dużo większą koncentrację uwagi na podstawowej działalności przedsiębiorstwa, a ponadto przez wykluczenie ryzyka pogodowego uwalniają zasoby na rzecz jego podstawowej działalności. Dzięki temu ich wykorzystanie oddala od podmiotu problemy wynikające z jego istoty oraz pozwala na skoncentrowanie uwagi na bieżącej działalności. Po drugie, pogodowe instrumenty pochodne umożliwiają znaczną stabilizację przepływów pieniężnych. Pozwalają na redukcję ryzyka pogodowego przez zawarcie transakcji terminowej, przeciwstawnej do posiadanej już pozycji podstawowej. Po trzecie, ich stosowanie wyraźnie poprawia płynność. Uzyskuje się to w wyniku wyeliminowania wahań w przepływach pieniężnych, dzięki czemu następuje poprawa płynności finansowej podmiotu. Pamiętać jednak

należy, że są to jedynie najistotniejsze fakty przemawiające na korzyść ich stosowania.

Genezę pogodowych instrumentów pochodnych datuje się na 1996 r., kiedy to w USA dochodzi do deregulacji sektora energetycznego. Przyczynia się to do zniesienia dominacji monopolistów w zakresie produkcji, dystrybucji i sprzedaży energii. Od tego momentu na rynku zaczynają działać liczni sprzedawcy, wzajemnie ze sobą konkurujący, co też ostatecznie przekłada się korzystnie na odbiorcę detalicznego. Pierwszym kontraktem jest umowa z sierpnia 1996 r. pomiędzy Enron a Florida Power and Light (German i Leonardi, 2005). Z kolei M. Nicholls (2004) podaje, że pierwsza umowa pogodowa została zawarta pomiędzy Aquila Inc a Consolidated Edison Inc. Niektórzy jednak, jak chociażby J. Preś (2007), jako datę pierwszej pogodowej transakcji terminowej podają 1997 r. Wówczas to doszło do zawarcia umowy pomiędzy wspomnianym już Enronem a Koch Energy Trading (Ku, 2001; Bodecker, 2002; Ghiulnara i Viegas, 2010). Być może umowę tę należałoby potraktować jako pierwowzór tego typu transakcji, gdyż dopiero wówczas przejrzystość określono sposób wyceny instrumentu, jak i kwestię rozliczenia opartego na konkretnym indeksie pogodowym. Ponadto fakt ten jako pierwszy został podany do publicznej wiadomości. Późniejszy okres to dynamiczny rozwój rynku pogodowych instrumentów pochodnych, czemu sprzyjały liczne anomalie pogodowe, jakie nawiedziły USA w latach 1997-1998. Ciepłe zimy wpłynęły na wyniki finansowe firm sektora energetycznego (Cyr i Kusy, 2007), przez co zainteresowanie nowymi instrumentami nagle wzrosło.

Jak każdy raczkujący rynek, również ten dotyczący kontraktów pogodowych w początkowej fazie był mało zorganizowany. Wszelkie umowy były sporządzane w formie niestandardyzowanej, gdyż brak było formalnego regulatora. Precyzowanie warunków umów odbywało się w wyniku indywidualnych ustaleń między stronami. Funkcjonował jedynie pozagiełdowy rynek obrotu pogodowymi instrumentami pochodnymi określanymi mianem OTC (*Over The Counter*). Dopiero 1999 r. przyniósł zmiany w tym zakresie. Od tego momentu w obieg giełdowy wprowadzono instrumenty standaryzowane. Swego rodzaju formalizacja dokonała się na Chicago Mercantile Exchange (*CME*). Pierwszą transakcją pogodowymi instrumentami pochodnymi zawarto dopiero w 2002 r. (Alaton, Djeniche i Stillberger, 2002).

Dzięki uregulowaniu pogodowych transakcji terminowych osiągnięto istotne korzyści. Różnice między obydwoma rynkami (pozagiełdowym i sformalizowanym) wynikają z następujących faktów:

- giełda umożliwia transparentność cen,
- jest dużo łatwiejszy dostęp do rynku dla inwestorów,
- w wyniku regulacji koszt dokonywania transakcji jest znacznie mniejszy niż ma to miejsce w przypadku rynku niezorganizowanego,
- istnieje możliwość wycofania się z umowy zawartej na rynku zorganizowanym,
- jest dużo większa płynność na rynku zorganizowanym,

- parkiet zapewnia integralność dokonywanych transakcji (sprzedający – kupujący – izba rozliczeniowa),
- regulacje zapewniają standaryzację transakcji.

Wszystkie te wydarzenia dotyczą jednak kontynentu amerykańskiego. Pierwsze europejskie transakcje z wykorzystaniem pogodowego instrumentu pochodnego zostały zawarte w 1998 r. Podpisany wówczas kontrakt wymiany dotyczył Enron Inc i Scottish Hydro Electric. Duże zainteresowanie tego typu instrumentami wykazywały również Société Générale, francuski bank oraz Barep Asset Management występujący jako fundusz.

W Japonii rolę początkowych organizatorów rynku terminowych kontraktów pogodowych przejęły banki oraz towarzystwa ubezpieczeniowe. W 1999 roku instytucje te zaoferowały dla klientów korporacyjnych indywidualne rozwiązania zarządzania ryzykiem pogodowym (Gautam i Foster, 2000).

Oceniając na przestrzeni lat strukturę rynku pogodowych instrumentów pochodnych, zauważalne są istotne zmiany. Geneza ich powstania odwołuje się do sektora energetycznego, gdyż głównie to ta gałąź przemysłu była pierwotnie zainteresowana tego typu rozwiązaniami zabezpieczającymi. Jednak z biegiem lat również inne sektory zaczęły dostrzegać ewentualne korzyści wynikające z możliwości zawierania pogodowych transakcji terminowych. W 2006 roku odsetek kontraktów pogodowych zawartych przez sektor energetyczny spadł poniżej 50% i stanowił już około 46%. Odnosząc się do raportu PricewaterhouseCoopers (PricewaterhouseCoopers, 2006) z 2006 r. 12% udział w rynku pogodowych instrumentów pochodnych należał do sektora rolnego i przemysłu nawozowego, 7% stanowił handel, 5% budownictwo, a 4% transport. Około $\frac{2}{3}$ tego rynku należało do innych sektorów.

Należy również zwrócić uwagę na samych uczestników analizowanego rynku oraz instytucje wspomagające i nadzorujące. Oni od lat decydują o tym, czy rozwój pogodowych transakcji terminowych będzie równie dynamiczny jak do tej pory. Można wyróżnić tutaj trzy grupy organizatorów (Preś, 2007): dostawców (*providers*), użytkowników końcowych (*end-users*) oraz podmioty wspierające i nadzorujące (*ancillary&supervisor services*). Podział ten wynika z faktu, że każdy z tych podmiotów ma inne cele, co też przekłada się na pełnienie przez nich różnych funkcji.

I tak, do grupy dostawców należy zaliczyć wszystkich odpowiedzialnych za kreowanie podaży transakcji pogodowych. Jej członkami są zatem wszelkie podmioty, którym zależy na stworzeniu dynamicznego zabezpieczenia przed niekorzystnymi zmianami pogodowymi, co w konsekwencji pozwala na okresowe korygowanie pozycji zabezpieczającej w relacji do obecnie panujących warunków atmosferycznych. Mimo zmieniającej się struktury, jeśli chodzi o uczestników rynku derywatów pogodowych, do analizowanej grupy zalicza się głównie przedsiębiorstwa z sektora energetycznego. W konsekwencji zbliżenia się sektora finansowego i ubezpieczeniowego z upływem czasu wyłoniła się kolejna grupa odpowiedzialna za kreowanie podaży na rozpatrywanym rynku, a mianowicie firmy

ubezpieczeniowe i asekuracyjne. Dla większości jednak firm ubezpieczeniowych działalność na rynku derywatów pogodowych ogranicza się do czynności brokerskich. Na rynku pozagiełdowym doliczają jedynie prowizję do ceny transakcji i w ten sposób czerpią korzyści (Porter J., 2003). Do grona instytucji wchodzących w skład rozpatrywanej grupy zalicza się także banki. Wydaje się, że ta grupa podmiotów rozwija się obecnie najbardziej dynamicznie. Jako ostatnich należy wskazać brokerów, którzy jedynie pełnią rolę pośredników pomiędzy stronami transakcji. Zarówno w giełdowym, jak i poza giełdowym obrocie siła brokera jest wynikiem takich czynników, jak reputacja czy baza klientów. Istotnym atutem może być również jakość platformy elektronicznej, jaką dysponuje.

Użytkowników końcowych z kolei tworzą głównie firmy, które derywaty pogodowe wykorzystują jako ochronę finansową. Zaliczyć tutaj można również wszelkiego rodzaju inwestorów indywidualnych i instytucjonalnych, których zadaniem jest spekulacja oraz tworzenie tzw. strony popytowej. Zasadniczym celem, jaki stoi przed nimi jest poszukiwanie ofert pozwalających na korzystną dywersyfikację portfela (Malinow M., 2002).

Do grupy podmiotów wspierających i nadzorujących należą w pierwszej kolejności regulatorzy rynku. Jeśli chodzi o OTC, zalicza się tutaj Międzynarodowe Stowarzyszenie Instrumentów Pochodnych (ISDA), pełniące funkcję nadzorczą-kontrolną. Głównym celem tego typu organizacji jest zapewnienie poprawności obrotu derywatami pogodowymi. W wyniku tego wymagane jest od wszystkich uczestników przestrzeganie norm zawartych w porozumieniu *The ISDA Master Agreement*. W odniesieniu do Chicago Mercantile Exchange (CME) analogiczną rolę pełni izba rozliczeniowa tejże giełdy.

Rolę instytucji wspierającej odgrywa tutaj głównie wspomniana już WRMA, zajmująca się promocją pogodowych instrumentów pochodnych oraz organizacją licznych konferencji, na których to poruszane są kwestie praktycznego zarządzania ryzykiem pogodowym. Dodatkowym zadaniem stojącym przed Weather Risk Management Association jest monitorowanie ogólnoświatowego rozwoju rynku tego typu transakcji.

Do grona instytucji wspierających należy zaliczyć również wszelkie rządowe i pozarządowe podmioty, których zadaniem jest gromadzenie, archiwizowanie i udostępnianie danych pogodowych. Spośród tych podmiotów należy dokonać rozgraniczenia na organizacje gromadzące dane synoptyczne i klimatyczne³⁵ (Boissonnade, Heitkemper i Whitehead, 2002). Pierwsze z wymienionych odnoszą się do podstawowych danych meteorologicznych i gromadzone są na całym świecie. Następnie za pomocą konkretnego systemu (GTS³⁶) są przekazywane

³⁵ Jak podaje S. Jewson (2001), dane synoptyczne są tańsze, aczkolwiek gorszej jakości. Występują znaczne braki danych bądź też przypadki błędnie wprowadzonych. ISDA oraz WRMA nakazują, aby wszelkie wyceny derywatów pogodowych opierały się na danych klimatycznych. Dane synoptyczne mogą być wykorzystywane jedynie do roboczych kalkulacji (Raspe, 2002). Są jednak stosowane wyjątki w tym zakresie.

³⁶ GTS – Globalny System Telekomunikacyjny.

zakodowaną depeszą meteorologiczną (*Surface Synoptic Observations* – SYNOP) do National Climatic Data Center (NCDC), a tam archiwizowane i udostępniane. Dane klimatyczne są zbierane i archiwizowane z kolei przez rządowe jednostki meteorologiczne, których obszar działania odnosi się do danego kraju. W przypadku Polski jest to Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, potocznie zwany IMGW.

Nie można zapomnieć także o podmiotach, które trudnią się doradztwem w zakresie zarządzania ryzykiem pogodowym w przedsiębiorstwie, a także wspomnianą już wyceną omawianych instrumentów (np. Risk Management Solutions, Risk Limited Corporation czy też CCC-Weather). One również zaliczają się do tej grupy uczestników.

Mimo że przedstawiony podział uczestników rynku terminowych kontraktów pogodowych jest dość wyraźny, należy podkreślić, że nie do końca jednoznaczny. Granice pomiędzy kategoriami są dość płynne i niektóre z prezentowanych podmiotów można zaliczyć do dwóch grup jednocześnie. Przykładowo, przedsiębiorstwa energetyczne przez *hedging* dynamiczny z jednej strony zabezpieczają się przed tego typu ryzykiem, z drugiej przez liczne transakcje generują podaż na rynku pogodowych instrumentów pochodnych.

3.5

Wykorzystanie instrumentów pochodnych w zarządzaniu ryzykiem niekatastroficznych zdarzeń pogodowych

W celu dokonania opisu pogodowego instrumentu pochodnego, należałoby na wstępie podjąć się próby jego zdefiniowania. Dalsze rozważania będą wówczas bardziej czytelne i spójne. Podejmując się sformułowania tego typu definicji, trzeba nawiązać do ogólnej definicji instrumentów pochodnych, zgodnie z którą są to instrumenty finansowe o wartości zależnej od wartości oznaczonego instrumentu bazowego (Hull J., 2009). W odniesieniu do pochodnych instrumentów pogodowych rolę wspomnianego parametru pełnią zatem konkretne w danym przypadku czynniki pogodowe. Te z kolei wyliczane na podstawie indeksów pogodowych mają wymiar liczbowy, co jest niezbędne w celu dokonania wyceny i rozliczenia zawartych umów. Jest to zatem kontrakt pomiędzy dwiema stronami. Określa warunki płatności pomiędzy zawierającymi daną transakcję, w zależności od zajścia określonych zdarzeń pogodowych w okresie jego trwania.

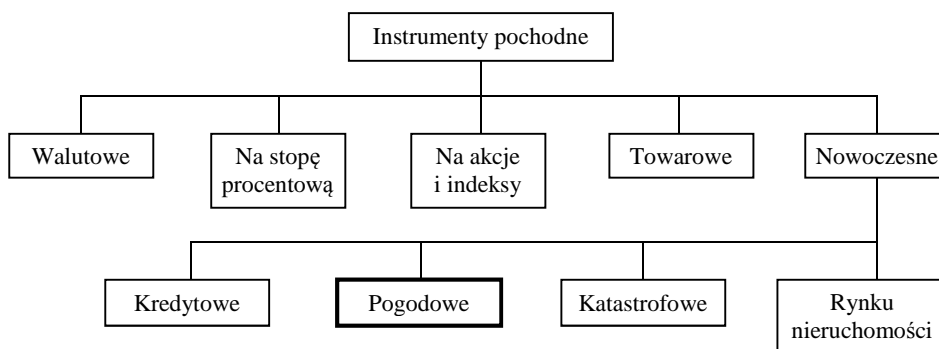
Odwołując się do istoty instrumentów pochodnych, także w przypadku terminowych transakcji pogodowych, każdą umowę z ich udziałem powinny charakteryzować dokładnie określone parametry (Jewson i Brix, 2005):

- wyznaczony okres kontraktu – data jego zawarcia oraz zakończenia,
- wskazana podstawowa i zapasowa stacja pomiaru – źródło danych,

- bazowy indeks pogodowy będący podstawą rozliczenia kontraktu, odnoszący się w swej konstrukcji do jednej lub też kilku zmiennych pogodowych,
- określona funkcja wypłaty – określony sposób wyliczania płatności dla obydwu stron kontraktu względem wartości indeksu bazowego.

Ponadto ważne jest także określenie samego typu kontraktu (kontrakt forward/future, opcja, swap).

Kontrakty oparte na czynniku pogodowym są jedynie składową nowoczesnych instrumentów pochodnych (rysunek 3.6). W ramach tej grupy można wyróżnić dwa rodzaje terminowych transakcji, które z natury odwołują się do ryzyka zdarzeń o charakterze pogodowym.



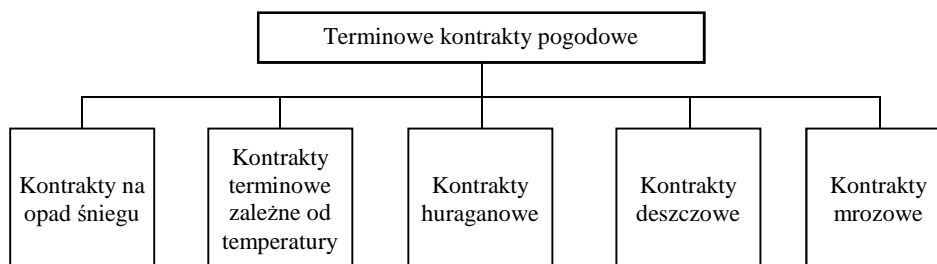
Rysunek 3.6. Instrumenty pochodne – klasyfikacja

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Jajuga (2007), *Elementy nauki o finansach*, PWE, Warszawa.

Jedną z nich stanowią katastrofowe instrumenty pochodne (Sokołowska, 2009), określane również mianem katastrofalnych (Preś, 2007). Bez względu jednak na nazwę służą one zabezpieczeniu przed ryzykiem katastrofalnym. Jak można wnioskować, ryzyko pogodowe o tego typu charakterze, będące podłożem wymienionych umów terminowych, odnosi się do zdarzeń o znacznej sile zniszczenia. Jak już wspomniano, tego typu zajścia są również wytworem sił natury, jednak skala ich oddziaływania jest naprawdę spora, a częstotliwość występowania stosunkowo rzadka.

Drugą z rozpatrywanych grup odwołuje się do dotychczasowych rozważań, czyli do zdarzeń o naturze niekatastroficznej, są to typowe pogodowe instrumenty pochodne. Ryzyko, do którego się odnoszą, cechuje znacznie mniejsza intensywność oraz skala. Oczywiście, jak każde z rozpatrywanych, te również służą do zabezpieczenia przed niekorzystnym kształtowaniem się warunków pogodowych.

Dokonując podziału w obrębie samych terminowych kontraktów pogodowych (rysunek 3.7), należy wyszczególnić pięć ich kategorii (Prus i Świerszcz, 2013).



Rysunek 3.7. Rodzaje pogodowych instrumentów pochodnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Prus, Ł. Świerszcz (2013), *Pochodne instrumenty kredytowe, instrumenty pogodowe i katastroficzne*, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.

Jednak rodzajów pogodowych instrumentów pochodnych powinno być znacznie więcej, gdyż o rodzaju kontraktu decyduje rodzaj indeksu bazowego, do którego on się odwołuje, a zakres ten jest dużo szerszy. Poza temperaturą, prędkością wiatru czy wszelkiego rodzaju opadami jako indeksy bazowe można wyróżnić także indeksy wilgotności bądź też kombinacje wymienionych (Banks, 2002; Majewska, 2013; L'opez Cabrera i Hardle, 2007; Hull J., 2009; Campbell i Diebold, 2005).

Do wymienionych w tabeli 3.7 indeksów bazowych pogodowych instrumentów pochodnych dochodzą również inne, stosowane w obrocie pozagiełdowym. Na rynku tym transakcje bardzo często dopasowywane są do indywidualnych potrzeb stron kontraktu, stąd też mamy do czynienia również z indywidualnym podejściem do konstrukcji samych umów (Corbally i Dang, 2002; Schulzweida i Quast, 2005). Spotyka się zatem np. indeks REDs (*Rain Event Days*) określający liczbę dni deszczowych, SEDs (*Snow Event Days*) określający liczbę dni z opadami śniegu. Występują również indeksy, które konstruowane są na potrzeby danych branż. Można tu wyszczególnić ACDs (*Adverse Construction Days*) odpowiadający za liczbę dni niekorzystnych w budownictwie, jego odpowiednik w handlu ARDs (*Adverse Retail Days*) czy też walory bazowe tworzone na potrzeby rolnictwa, jak GDD (*Growing Degree Day*) odnoszący się do temperatury granicznej, koniecznej do prawidłowego wzrostu roślin, indeks MGDD (*Modified Growing Degree Day*) uwzględniający zarówno dolny, jak i górny próg temperatury odpowiedni dla danego typu rośliny.

Należy pamiętać, że poza przedstawionymi, wyrafinowanymi indeksami instrumentem bazowym może być sam parametr pogody, wynikający oczywiście z danych wybranej stacji meteorologicznej. Często jako dane wejściowe brane są pod uwagę średnie miesięczne parametry pogodowe w danej lokalizacji.

Tabela 3.7. Zestawienie instrumentów bazowych dla pogodowych transakcji terminowych

Pogodowe instrumenty pochodne	Indeks pogodowy	Charakterystyka indeksu
Temperatury	HDD (<i>Heating Degree Day</i>)	stopień ogrzewania w dniu
	CDD (<i>Cooling Degree Day</i>)	stopień chłodzenia w dniu
	EDD (<i>Energy Degree Day</i>)	suma indeksów HDD i CDD
	CAT (<i>Cumulative Average Temperature</i>)	skumulowana średnia temperatura
	CTD (<i>Critical Temperature Day</i>)	liczba dni z temperaturą niższą od krytycznej temperatury
	CDH (<i>Chilling Degree Hour</i>)	liczba godzin z temperaturą niższą niż progowa
	GDD (<i>Growing Degree Day</i>)	liczba dni z temperaturą powyżej bazowej
Opadów	CRD (<i>Critical Rainfall Day</i>)	liczba dni z krytycznym poziomem opadów deszczu
	CSD (<i>Critical Snowfall Day</i>)	liczba dni z krytycznym poziomem opadów śniegu
	RFI (<i>Rainfall Index</i>)	opady deszczu, w mm ³
	SFI (<i>Snowfall Index</i>)	opady śniegu, w cm/m ²
Wiatru	WSI (<i>Wind Speed Index</i>)	prędkość wiatru, w m/s
Huraganu	CHI (<i>CME Hurricane Index</i>)	wielkość szkód w relacji do maksymalnej prędkości wiatru oraz obszaru zasięgu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Majewska (2013), *Instrumenty pochodne jako narzędzia wspomagające zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*, Volumina.pl, Szczecin.

Jeśli chodzi o analizę pogodowych transakcji terminowych w odniesieniu do przyjętej strategii w ramach *hedgingu*, w stosunku do poszczególnych czynników ryzyka pogodowego można zastosować następujące rodzaje instrumentów pochodnych (Durbin, 2011):

- kontakty *futures* jako umowy standaryzowane – o określonych warunkach, zobowiązujące strony do wymiany danej liczby instrumentu bazowego po wcześniej ustalonej cenie i w określonym terminie; rozliczenie tego typu kontraktów odbywa się w formie pieniężnej (Dziawgo, 2007),
- kontrakty *forward* jako przedstawiciel umów niestandaryzowanych – są zawierane na rynkach nieregulowanych, co też zwiększa ryzyko niewywiązania się z umowy przez jedną ze stron; są odpowiednikami wcześniej wymienionych umów terminowych; w niektórych przypadkach nie dochodzi do fizycznej wymiany instrumentu bazowego, strony regulują wzajemne zobowiązania w formie pieniężnej jako różnicę pomiędzy ceną wykonania uzgodnioną w umowie a ceną obowiązującą w dniu wygaśnięcia kontraktu (Dębski, 2007),

- opcje – umowy tego typu są o tyle charakterystyczne, że w przeciwieństwie do kontraktów dają nabywcy prawo, a nie obowiązek kupna (opcja *call*) bądź sprzedaży (opcja *put*) określonej liczby instrumentu bazowego za określoną cenę wykonania; tak jak w przypadku poprzednich umów transakcja jest realizowana po ustalonej cenie, w konkretnym terminie (Tarczyński, 2003);
- *swapy* – to typowe umowy wymiany, polegające na wymianie na ustalonych warunkach przyszłych płatności (Nieborak, 2004).

Całość uzupełniają umowy typu *collar*, które w pewnym sensie odpowiadają *swapom*. Również dochodzi tutaj do wymiany ryzyka przez dwie strony. Różnica polega jednak na tym, że może nastąpić brak płatności, w przypadku gdy wartości indeksu, na podstawie którego jest zawarta umowa, oscylują w określonym przedziale. Taki margines zmian traktuje się jako odpowiadający „normalnym” warunkom pogodowym. Mamy zatem do czynienia ze swego rodzaju buforem, korytarzem, w którym to nie następują istotne zmiany, korzyści dla żadnej ze stron. Dodatkowa różnica może wynikać z dodatkowej opłaty, będącej wynikiem niesymetrycznego obszaru z brakiem płatności (Burnecki i Kukła, 2001).

Jeśli rozpatruje się pogodowe instrumenty pochodne jako jedną z możliwości transferu ryzyka poza podmiot, słuszne wydaje się wskazanie istotnych różnic bądź też podobieństw pomiędzy wskazanymi umowami terminowymi a umowami ubezpieczeniowymi, których to struktura jest w tym wypadku bardziej prosta dla przeciętnego podmiotu gospodarczego. Tylko wówczas będzie można wyrobić sobie własny osąd na temat słabo rozwiniętych w Polsce instrumentów zabezpieczających przed ryzykiem pogodowym, a tym samym bardziej obiektywnie wskazać mocne bądź słabe strony tego typu umów.

Na początek warto nadmienić, że ograniczanie ryzyka pogodowego za pomocą wymienionych dwóch, odrębnych poniekąd, instrumentów przynosi podobne skutki ekonomiczne. Nie na tym jednak kończą się wszystkie podobieństwa. Jest ich bowiem kilka, a w pierwszym okresie funkcjonowania pogodowych umów terminowych w USA stały się one przyczynkiem do wnioskowania przez Krajowe Stowarzyszenie Komisarzy Ubezpieczeniowych o uznanie ich jako produkty ubezpieczeniowe.

Istotnym elementem wspólnym dla umów ubezpieczeniowych i najbardziej im odpowiadających opcji pogodowych jest metoda ustalania wartości. W jednym i w drugim przypadku występuje tzw. wartość rynkowa. Porównując kolejną cechę, jaką jest zdarzenie ubezpieczeniowe, to zarówno kontrakty opcyjne oparte na indeksie pogody, jak i klasyczne umowy ubezpieczeniowe posługują się z tymi samymi czynnikami meteorologicznymi, jak śnieg, deszcz, grad, temperatura itp. Odnosząc się z kolei do kwestii ewentualnej rekompensaty, to w obydwu typach instrumentów pojawiają się określone w umowach limity odpowiednio wypłaty i odszkodowania. Umowy te ponadto zawierają informację na temat źródła danych niezbędnych do uzyskania wspomnianej rekompensaty finansowej. W obydwu wariantach stanowią je właściwe stacje meteorologiczne. W przy-

padku kosztów ochrony analogiczności również są widoczne, gdyż przy opcjach występuje tzw. premia opcyjna, a w wariantcie polisy ubezpieczeniowej składka ubezpieczeniowa. W jednym i drugim przypadku są one płatne z góry. Podobnie ma się sprawa dotycząca dokumentu, jaki dostarcza kupującemu ochronę. W pierwszym rozpatrywanym wariantcie jest to umowa zawarcia transakcji, a w drugim polisa.

Poza punktami stycznymi występują jednak także różnice. Wynikają one z głębszej analizy obydwu instrumentów i uniemożliwiają tym samym traktowanie pogodowych kontraktów terminowych jako instrumentów ubezpieczeniowych.

Pierwszym istotnym czynnikiem różnicującym jest tzw. interes ubezpieczeniowy oraz przymus wykazania strat (Raspe, 2002; Cooper i O'Hearne, 2004). Te dwa pojęcia są wyjątkowo kompatybilne ze sobą. Interes ubezpieczeniowy jest elementem niezbędnym do zawarcia jakiejkolwiek umowy ubezpieczeniowej. Rodzi to obowiązek wykazania po stronie posiadacza polisy straty, jeśli ten chce ubiegać się o odszkodowanie. W przypadku terminowych transakcji pogodowych nie ma oddziaływania takich czynników. Trudno byłoby wykazać i oszacować stratę wynikającą z niesprzyjających zdarzeń pogodowych (Dischel, 2001). Ponadto brak takiego przymusu w przypadku pogodowych instrumentów pochodnych pozwala na ochronę przedsiębiorstwa przed ewentualnymi efektami wystąpienia korzystnych stanów pogodowych w innych lokalizacjach, głównie dotyczących konkurencji (Cao i Wei, 2001).

Dodatkowy element różnicujący stanowi także ograniczenie kwoty odszkodowania (Cooper i O'Hearne, 2004), gdyż w przypadku polis ubezpieczeniowych kwota ta jest ograniczana do wartości przedmiotu ubezpieczenia. W przeciwieństwie do tego działają mechanizmy pogodowych instrumentów pochodnych. W ich wypadku tego typu zahamowań nie ma. Maksymalna kwota wypłaty jest określana dowolnie przez jednostkę.

Istotnego znaczenia nabiera również charakter zabezpieczenia. Umowy ubezpieczeniowe służą przede wszystkim zabezpieczeniu przed zdarzeniami o wysokim ryzyku, a zarazem niskim prawdopodobieństwie ich wystąpienia, podczas gdy pogodowe instrumenty pochodne zabezpieczają przed zdarzeniami o relatywnie niskim ryzyku i wysokim prawdopodobieństwie wystąpienia (Michalak, 2011).

Regulacje rynkowe są również czynnikiem determinującym istotne zróżnicowanie rozpatrywanych instrumentów. Pogodowe instrumenty pochodne mogą być sprzedawane bądź też kupowane przez dowolny podmiot posiadający wystarczający kapitał. Z kolei jeśli chodzi o podobne czynności na rynku ubezpieczeniowym, to występują tutaj znaczne regulacje. Odpowiedzialnymi za sprzedaż polis są podmioty, które posiadają odpowiednie zezwolenia na tego typu działalność.

Niebagatelne znaczenie w odmiennym podejściu do polis ubezpieczeniowych i pogodowych umów terminowych odgrywa kierunek i liczba strumieni

płatności. W przypadku umów ubezpieczeniowych sprawa wygląda jednoznacznie. Płatność występująca po stronie nabywającego polisę dokonywana jest zawsze z góry, zatem wszelkie koszty finansowe spadające na nabywcę są ponoszone już w momencie podpisania takiej umowy. Obciążenie finansowe po stronie ubezpieczyciela ma miejsce w momencie wystąpienia zdarzenia ubezpieczeniowego. Wyraźnie odmiennie w tym zakresie przebiegają mechanizmy rozliczeń w przypadku terminowych kontraktów pogodowych. Tutaj kwestie rozliczeniowe dokonywane są dopiero w momencie wygaśnięcia umowy terminowej (Kramer, 2004).

Odmiennie wygląda również sprawa zarządzania portfelem. Jeśli chodzi o instrumenty pochodne standaryzowane, proces ten może mieć charakter zarówno dynamiczny, jak i statyczny (Brix i Jewson, 2001). Zarządzanie portfelem w tym wypadku przebiega sprawniej i szybciej niż portfelem polis ubezpieczeniowych. Wynika to głównie z tego, że na rynku umów terminowych mamy do czynienia z wysoką względną płynnością, co umożliwia dokonywanie zmian posiadanych w portfelu pozycji. W przypadku polis ubezpieczeniowych rozważany proces przebiega wyjątkowo statycznie przez odpłatny transfer określonych grup ryzyka reasekuratorowi na podstawie stałych umów i porozumień. Ograniczenia w możliwościach dynamicznego zarządzania portfelem ubezpieczeniom mają swoje podłoże głównie w tym, że charakter tych umów jest niestandardowy, a do rynku dopuszczone są tylko wyspecjalizowane podmioty.

Różnice odnoszą się także do pojemności rozpatrywanych rynków. Zarówno rynek ubezpieczeń, jak i rynek instrumentów pochodnych są bardzo pojemne. Jednak rynek kapitałowy w stosunku do ubezpieczeniowego jest kilkadziesiąt razy większy. Przy zagrożeniach wynikających głównie z przyczyn katastrof naturalnych rynek ubezpieczeń wydaje się być mały (Caifa, 2002). Nawet w przypadku gdyby się znalazł partner, który byłby w stanie unieść takie ryzyko, to koszty takiej transakcji byłyby ogromne. Jak zresztą podaje K. Burnecki oraz G. Kukła (2000), gdyby całe ryzyko wynikające z ubezpieczeń przetransferować na rynek kapitałowy, to dzienne zmiany na tym rynku w całości pokryłyby ewentualne odškodowania, nawet w najgorszych wariantach. Dysproporcje w rozmiarach rynków spowodowały, że obecnie w USA ryzyko pogodowe w znacznym stopniu transferowane jest na rynek kapitałowy za pomocą właśnie terminowych kontraktów pogodowych. Taki transfer ma swoje dobre strony, gdyż:

- dywersyfikacja ryzyka na wielu inwestorów znacznie zmniejsza ryzyko upadłości firm ubezpieczeniowych, zwłaszcza w przypadku znacznych strat (Dosi i Moretto, 2003),
- pojemność rynku oraz niska korelacja pogodowych instrumentów pochodnych z innymi instrumentami powodują, że premia za ewentualne ryzyko jest znacznie niższa niż ta, jaką oferują ubezpieczyciele; wszelki koszt transferu ryzyka pogodowego na giełdę jest niższy niż w przypadku reasekuracji; taki stan rzeczy pozwala na uzyskanie korzyści z dywersyfikacji portfela (Van Lennep, 2004),

- należy pamiętać, że pewną część składki ubezpieczeniowej stanowią koszty pośrednie wynikające z kosztów reklamy oraz wszelkiego rodzaju prowizji sprzedażowych; odnosząc ten stan rzeczy do pogodowych instrumentów pochodnych koszty w ogóle nie występują bądź są na znikomym poziomie;
- firmy ubezpieczeniowe nie powinny nabywać ryzyka poniżej poziomu *fair value*, czyli są zmuszone pokryć przyjmowane ryzyko odpowiednią liczbą środków. Rynek terminowy tego typu ograniczeń nie ma. Często transakcje zawierane są poniżej takiej wartości. Daje to podwaliny do tzw. spekulacji.

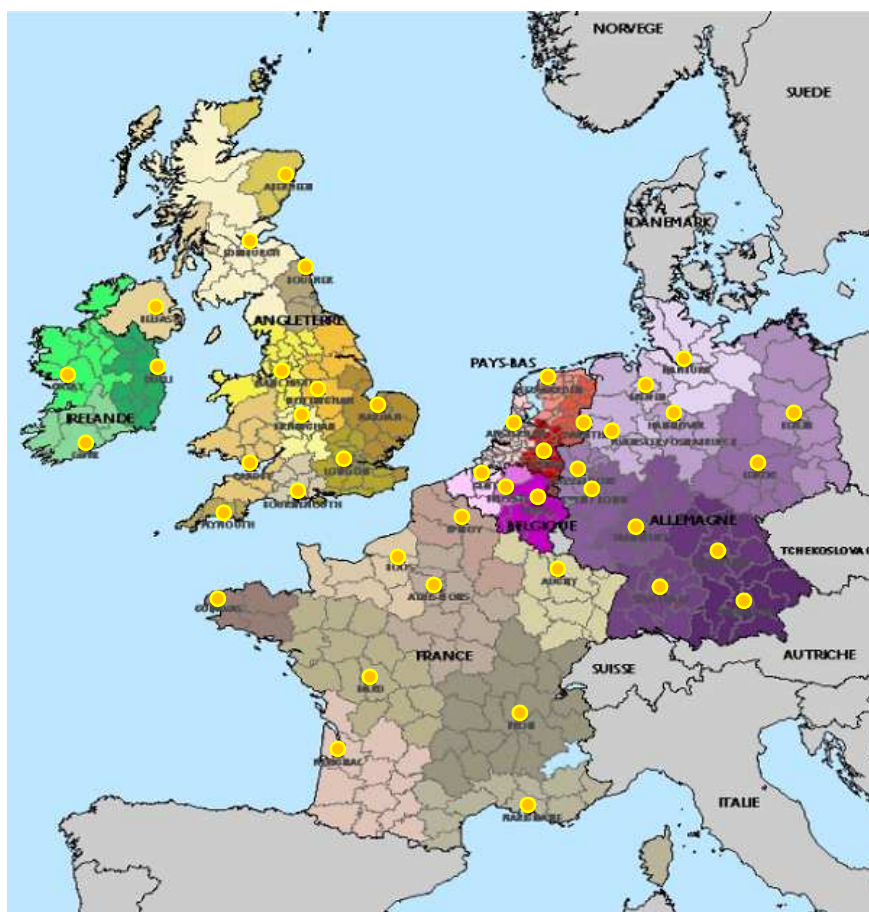
Wszelkie zabezpieczenia oparte na pochodnych instrumentach pogodowych, głównie krótkoterminowe, są często znacznie tańsze i co najważniejsze bardziej elastyczne niż te, które odnoszą się do klasycznych umów ubezpieczeniowych (Ku, 2001; Zenios i Rosen, 2001).

Pewne rozbieżności mogą mieć swoje podłoże także w aspekcie hazardu moralnego. Wydaje się, że rozpatrywane zagadnienie jest zasadniczą wadą odnoszącą się do ubezpieczeń (Monkiewicz, 2000). Chodzi tutaj oczywiście o takie negatywne tendencje osobowościowe czy charakterologiczne, jak nieuczciwość bądź skłonność do defraudacji. Zjawiska tego typu dość szeroko opisane są na przykładzie rolnictwa (Vedenov i Barnett, 2004). Dotyczą one takich kwestii, jak wyłudzenia, zaniżanie, a nawet odmowy należnych odszkodowań.

Pod tym względem zabezpieczenia pogodowych umów terminowych są niezwykle klarowne i wynikają z bardzo prostych reguł ich obrotu (McIntyre i Windle, 2004). Wynika to z tego, że wszelkie dane meteorologiczne będące podstawą tego typu umów są podawane przez niezależne stacje meteorologiczne³⁷. Poza tym obserwacje pogodowe podawane są do wiadomości opinii publicznej, co zasadniczo wyklucza zjawisko manipulacji kursem waloru bazowego. Jeśli jeszcze w większości przypadku dochodzi do złożenia depozytów tytułem przyszłych rozliczeń oraz dokumentacji oceny zdolności kredytowej, to sprawę ewentualnej odmowy wypłaty mamy również wykluczoną.

Należy jednak podkreślić, że wymienione do tej pory czynniki wskazujące na odmienności terminowych kontraktów pogodowych w odniesieniu do umów ubezpieczeniowych przejawiały przychylne tendencje do stosowania pierwszych z wymienionych. Pamiętać jednak należy, że pogodowe instrumenty pochodne mają również swoje wady (Roberts, 2002; Smithson, Smith i Wilford, 2000).

³⁷ Należy jednak pamiętać, że cały proces wyceny pogodowych instrumentów pochodnych opiera się właśnie na dobrze zorganizowanym systemie pozyskiwania i przekazywania danych meteorologicznych. Ponadto istotne znaczenie odgrywa lokalizacja takowych stacji pomiaru stanów pogodowych, jak i ich odległości względem siebie. Terminowe transakcje pogodowe mogą się doskonale sprawdzić w Belgii, Anglii, Francji, Niemczech, Irlandii i Holandii. W krajach tych system ten działa w miarę sprawnie. Przykład wybranych stacji meteorologicznych dla wskazanych krajów wraz z obszarem oddziaływań obrazuje rysunek 3.8.



Rysunek 3.8. Przykładowe stacje pogodowe w Europie wraz z obszarem oddziaływań, powiązań

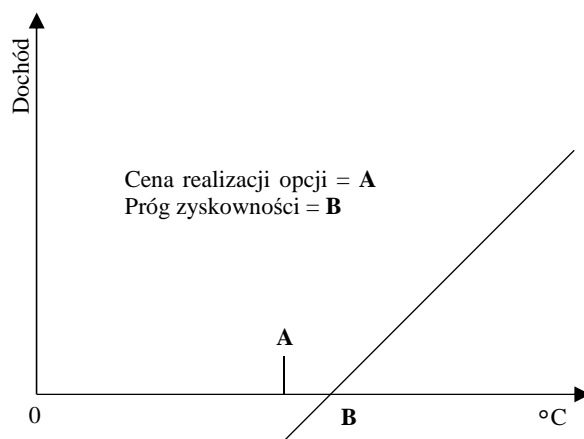
Źródło: opracowanie własne na podstawie: N. Ross (2002), *European Weather Derivatives*. General Insurance Convention. Institute and Faculty of Actuaries.

Jedną z nich są problemy natury prawno-podatkowej. Ponadto wszelka analiza ryzyka pogodowego w przedsiębiorstwie wymaga bogatej bazy danych meteorologicznych, co w przypadku warunków polskich jest kłopotliwe ze względu na wysokie koszty związane z nabyciem takich danych. Uzyskanie korzyści z transferu ryzyka na rynek kapitałowy jest nieco ograniczone w przypadku pochodnych instrumentów pogodowych, gdyż w dużej mierze dla większości lokalizacji rynek ten jest mało płynny. Dodatkowo dochodzi efekt tzw. „dźwigni”. Stanowi on zarówno o dobrej, jak i złej stronie tego typu instrumentów. W przypadku braku umiejętności w posługiwaniu się instrumentami pochodnymi w szybkim tempie można doprowadzić do osiągnięcia efektów odwrotnych od zamierzonych, w skrajnych przypadkach do szybkiego bankructwa podmiotu (Preś, 2007).

Dokonując opisu wykorzystania instrumentów pochodnych w procesie zarządzania ryzykiem niekatastroficznych zdarzeń pogodowych, zasadne wydaje się zwrócenie uwagi na stosowane w praktyce konstrukcje zabezpieczeń. Przedtem należy jednak dokonać rozgraniczenia na dwie grupy: symetryczne i niesymetryczne pogodowe instrumenty pochodne. Pierwsza kategoria to kontrakty *forward* i *futures* oraz umowy typu *swap*. Ich symetria wynika z symetrii zobowiązań: rodzi się tutaj obowiązek zawarcia umówionej transakcji. Druga kategoria to kontrakty opcyjne. Otwarcie w ich przypadku pozycji dla jednej ze stron stanowi obowiązek, a dla drugiej daje prawo do zawarcia ustalonej transakcji. Stąd też wynika wspomniana niesymetryczność (Węgrzyn, 2013).

Opcje, jako najbardziej popularny rodzaj umów zawieranych na rynku pogodowych instrumentów pochodnych³⁸, dzielą się dodatkowo ze względu na charakter strategii. I tak, wśród klasycznych strategii opcyjnych wyróżnia się proste (*long call*, *long put*, *short call* i *short put*) i złożone (typu *spread* lub kombinacje) ich odmiany. Umiejętnie wykorzystane strategie opcyjne oparte na odpowiednich indeksach pogodowych mogą mieć stabilizujący wpływ na dochody organizacji.

Strategia *long call* polega na nabyciu opcji kupna w określonej cenie wykonania. W przypadku rynku pogodowego instrumentów pochodnych opcje typu *call* umożliwiają osiągnięcie dochodu, gdy aktualna wartość indeksu pogodowego jest wyższa niż cena jego wykonania. Typowym przykładem jest zabezpieczenie się przed wzrostem temperatury powyżej określonego poziomu (rysunek 3.9). W tym wypadku opcje oparte na indeksach temperatury umożliwiają zarządzanie ryzykiem zmiany temperatury.



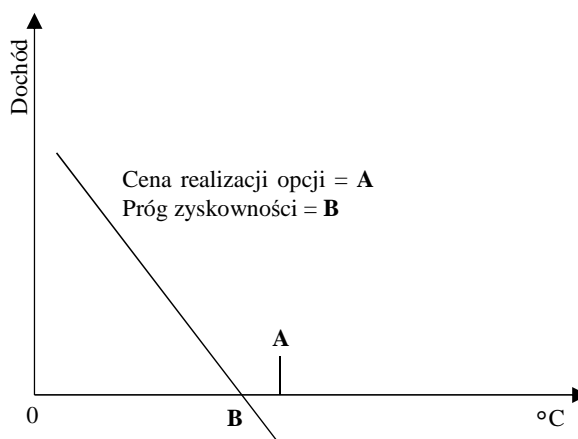
Rysunek 3.9. Dochód inwestora dokonującego zakupu opcji *call*

Źródło: opracowanie własne.

³⁸ Częstsze stosowanie zabezpieczeń opartych na kontraktach opcyjnych spowodowane jest właśnie przez tzw. wymóg zawarcia transakcji z konkretną ceną wykonania. Na rynku cena ta jest zawsze równa aktualnej cenie terminowej, a to oznacza, że w określonym czasie może zaistnieć możliwość zawarcia kontraktu z żądaną ceną (Fierla, 2014; Węgrzyn, 2013).

Przeciwstawnie do nabycia opcji kupna mamy do czynienia z wystawieniem takiej opcji, czyli strategią *short call*. Inwestor stosujący tę strategię zakłada spadek instrumentu bazowego. Wystawca takiej opcji zakłada, że przewidywania nabywcy opcji *call* nie sprawdzą się w przyszłości.

Strategia *long put* jest strategią kierunkową zakładającą spadek instrumentu pogodowego. Dochód realizowany jest przez nabywcę, gdy aktualna wartość indeksu pogodowego osiąga poziom niższy niż cena jego wykonania (rysunek 3.10). Jest to zatem przykład zabezpieczenia przed spadkami temperatury poniżej wartości przewidywanych. Jednocześnie wystawca takiej opcji (w tym wypadku strategia *short put*) zakłada przeciwstawnie wzrost instrumentu bazowego.



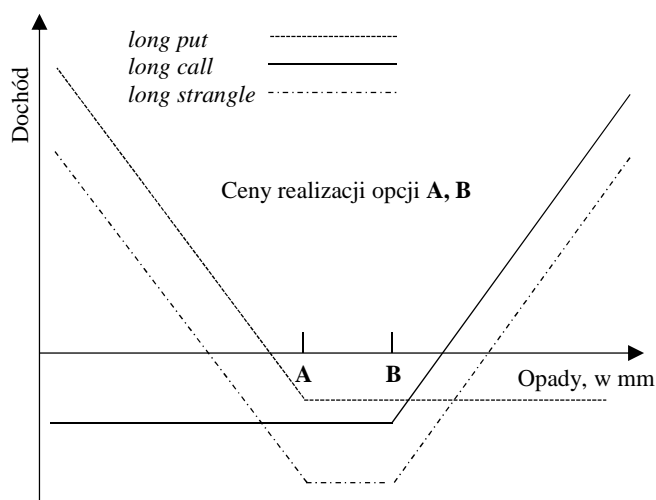
Rysunek 3.10. Dochód inwestora dokonującego zakupu opcji *put*

Źródło: opracowanie własne.

Złożone strategie opcyjne to zasadniczo kombinacje klasycznych koncepcji. Typowym przykładem jest w tym wypadku strategia *long strangle* (rysunek 3.11). Jej konstrukcja polega na zakupie jednej opcji kupna o wyższej cenie wykonania i jednej opcji sprzedaży, o niższej cenie wykonania. Wówczas opcja sprzedaży pełni funkcję ochronną, podczas gdy opcja kupna pozwala zaoferować klientom korzystne warunki rozliczenia (Leggio i Lien, 2002). Koszty takiego zabezpieczenia są w praktyce częściowo lub w pełni przerzucane na klienta (Forrest, 2002). Opcje powinny być wystawione na ten sam instrument bazowy, którym powinien być indeks określający konkretny czynnik pogodowy w danym czasie. Strategię *long strangle* wykorzystuje się m.in. w celu zabezpieczenia przed nadmiernymi opadami deszczu, a także jeżeli się spodziewamy, że poziom opadów może być bardzo niski.

Profil wypłaty możliwy do uzyskania przy zastosowaniu tej strategii zapewnia uzyskanie dochodu w przypadku odchylenia poziomu opadów poza przedział uznany za „normalny”. Ewentualna wypłata rekompensująca potencjalne straty jest tym wyższa, im bardziej rynkowa wartość indeksu w dniu wygaśnięcia opcji

jest niższa od wartości indeksu realizacji nabytej opcji sprzedaży A i wyższa od wartości indeksu realizacji nabytej opcji kupna B. Jeżeli poziom opadów w okresie, w którym stosujemy zabezpieczenie kształtuje się w założonych ramach, koszt zastosowania strategii jest równy premii zapłaconej za nabycie dwóch opcji.



Rysunek 3.11. Dochód inwestora stosującego strategię *long strangle*

Źródło: opracowanie własne.

Zobrazowane strategię są najbardziej klasycznym przykładem. Stopień różnorodności w tym wypadku jest bardzo duży. Jako przykład można podać zakup opcji barierowej (typu *knock-in put*) w celu ograniczenia ryzyka ekstremalnych zdarzeń bądź ryzyka częstych strat, lecz na niewielką kwotę (typu *knock-out put*) (Corbally i Dang, 2002). W przypadku opcji barierowych tzw. jej posiadacz określa nie tylko jej cenę wykonania i termin wygaśnięcia, lecz także cenę progową (*trigger price*). Ciekawym podejściem są mechanizmy zabezpieczające oparte na strategiach opcyjnych korytarzowych (*collar*). Strategia *short collar* polega na nabyciu opcji sprzedaży z jednoczesną sprzedażą opcji kupna z wyższą ceną wykonania i ustalonym limitem. Odwrotny profil to strategia *long collar* polegająca na sprzedaży opcji sprzedaży i kupnie opcji kupna. W przypadku tych strategii można ustalić limit wypłaty, jednak kwestia utworzenia rezerw na ten cel obniża ich atrakcyjność.

Przedstawione konstrukcje powinny się stosować w sytuacjach, w których zależność między zmianami indeksu pogody a wynikiem finansowym jest liniowa. W przypadku gdy tej liniowości nie ma, a często zdarza się to w praktyce, zabezpieczenie oparte na jednej opcji nie daje satysfakcjonującej ochrony. Stosuje się wówczas kolejne odmiany strategii opcyjnych, których nie sposób tutaj wszystkich wymienić.

Należy wyraźnie podkreślić, że bez względu na rodzaj wykorzystywanych pochodnych instrumentów pogodowych ich połączenie z innymi instrumentami, np. ubezpieczeniami, umożliwia koncentrację na podstawowej działalności organizacji. Spełnia się tym samym główny cel stawiany przed tego typu instrumentami.

Rozwój rynku pochodnych instrumentów pogodowych uwarunkowany jest jednak wiarygodnością danych pogodowych, a także łatwością ich pozyskania.

4

Czynniki pogodowe w świetle prognoz meteorologicznych

Pogodowe instrumenty pochodne, o których była mowa w poprzednim rozdziale, są instrumentami finansowymi, których wartość jest uzależniona od wartości meteorologicznych. Czynnikiem bazowym jest podstawowe zdarzenie meteorologiczne, które uznaje się za niekatastroficzne. Ich stosowanie jest oparte na standardowych praktykach zarządzania ryzykiem gospodarczym, takim jak ryzyko walutowe czy stopy procentowe. Instrumenty bazowe terminowych kontraktów pogodowych jednak znacznie się różnią od innych powszechnie stosowanych w narzędziach pochodnych. Dotyczą zjawisk atmosferycznych, a więc wartości nieekonomicznych, ale policzalnych. W ich przypadku nie jest możliwy zakup czy też sprzedaż czynnika pogodowego. Pogody nie można także magazynować. Wbudowanym instrumentem bazowym w wypadku kontraktów pogodowych są warunki pogodowe, o których dane są pobierane z określonych stacji meteorologicznych (Kupczyk, 2003).

Odnosząc się zarówno do ich konstrukcji, jak i koncepcji skutecznego zarządzania pogodowego istotne staje się rozpatrzenie czynników pogodowych w kontekście prognoz meteorologicznych. Jest to o tyle ważne, że wszelkie próby uszczegółowienia pogodowego zarządzania ryzykiem dają pozytywny oddźwięk w doskonaleniu systemu jako całości. Stąd wydaje się konieczne poznanie struktury samego przedmiotu badania zarówno od strony historycznych zachowań, rozkładów, jak i ewentualnych możliwości prognostycznych.

Wszelkie działania w tym zakresie zmierzają do ograniczenia niepewności związanej z wystąpieniem nieekstremalnych zdarzeń pogodowych. To z kolei przekłada się na zwiększoną efektywność zarządzania ryzykiem zarówno w ujęciu analiz pogodowych szeregów czasowych, jak i analiz rozkładów instrumentów bazowych, będących swego rodzaju „wsadem” w bardziej złożone instrumenty finansowe, jak np. wspomniane pogodowe instrumenty pochodne. Bez względu jednak na sposób podejścia do problemu i kontekstu jego ujęcia w każdym wariancie mamy do czynienia z aspektem ekonomicznym, wokół którego obraca się proces ograniczania ryzyka. Każde bowiem nietrafne przewidywania przekładają się na negatywne wyniki podmiotów gospodarczych czy też instytucji państwowych.

Niniejszy rozdział jest poświęcony charakterystyce czynników pogodowych jako instrumentów bazowych w ujęciu prognoz meteorologicznych. Odwołuje się do metodologii prognoz pogodowych w świetle ich użyteczności i do statystycznej analizy właściwości wybranych czynników pogodowych.

4.1

Prognozy meteorologiczne – koncepcja wykorzystania

Prognozy meteorologiczne mają dość istotne znaczenie, gdyż niosą informację o przyszłych zachowaniach stanów pogodowych. Ponadto są jednym z czynników

uwzględnianych w procesie wyceny instrumentów pochodnych, poza oczywiście modelowaniem rozkładu indeksu czy też modelowaniem waloru bazowego. W kontekście pogodowych umów terminowych wykorzystywane są na rynku zarówno przez brokerów, jak i ich klientów (Jewson, 2002).

Brokerzy wykorzystują prognozy meteorologiczne jeszcze przed zawarciem umowy w celu dokonania ewentualnych poprawek ceny instrumentu. W czasie trwania kontraktu prognozy służą przede wszystkim do zarządzania portfelem zawierającym tego typu instrumenty. Wszelkie przewidywania zachowań czynników pogodowych na potrzeby rynku są zatem konstruowane zarówno przed terminem wykonania umowy terminowej, jak i w trakcie jej trwania.

Z kolei klienci reprezentowani przez podmioty gospodarcze zazwyczaj korzystają z prognoz w celu podjęcia decyzji. Chodzi tutaj o to, czy w ważnym dla nich okresie mogą wystąpić nieprzewidywalne zdarzenia pogodowe, które w ostatecznym rozrachunku mogą się okazać wyjątkowo niekorzystne. Jeśli tak, to z reguły dany podmiot podejmuje decyzję o formie kontroli tego ryzyka, co przekłada się pośrednio na skuteczne zarządzanie nim. Przykładowo, przedsiębiorstwo może wybrać finansowe instrumenty pochodne jako sposób, formę ewentualnego transferu ryzyka. Podjęcie decyzji o przeniesieniu ryzyka za pomocą wskazanych pochodnych instrumentów pogodowych powoduje, że rozpatrywana grupa klientów często chce antycypować ewentualne przepływy finansowe. Dobrze zarządzane firmy w trakcie trwania kontraktów terminowych śledzą wartości indeksu, na którym to bazuje dany instrument, korygując odpowiednio liczbę kontraktów będących w ich posiadaniu³⁹. Ma to na celu odzyskanie części środków przeznaczonych na zabezpieczenie. Chodzi tutaj o sytuację, gdy wystąpią wyjątkowo korzystne warunki pogodowe w trakcie trwania kontraktu dla danego przedsiębiorstwa.

Tabela 4.1. Podział prognoz meteorologicznych

Kategoria prognozy	Horyzont prognozy
bieżąca	krócej niż 2 godziny
jednodniowa	12-24 godziny
krótkoterminowa	12-72 godziny
średnioterminowa	3-12 dni
sezonowa	1-3 miesiące
długoterminowa klimatu	6 miesięcy / 1-2 lat
wieloletnia prognoza klimatu	2 i więcej lat

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E. Banks (2002), *Weather Fundamentals*, [w:] E. Banks (red.), *Weather Risk Management*. Palgrave.

³⁹ Ostatecznie jednak wszystko zależy od przyjętej strategii hedgingowej.

Przechodząc do rozpatrywanego problemu prognoz meteorologicznych, należy wstępnie dokonać próby zdefiniowania problemu. Tego typu prognozę interpretuje się jako określenie przyszłego, najbardziej prawdopodobnego stanu pogody. Dotyczy to oczywiście danego miejsca lub obszaru na podstawie znajomości jej stanu obecnego, a także praw rządzących procesami atmosferycznymi (*Słownik meteorologiczny*, 2003).

Uszczegóławiając, wśród prognoz meteorologicznych można wyróżnić siedem kategorii (Banks, 2002). Przedstawiona klasyfikacja (tabela 4.1) wynika z długości horyzontu, na jaki prognozy te są formułowane.

Jeśli rozpatrzy się ten sam podział w ujęciu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, to zaproponowana przez tę instytucję klasyfikacja jest bardziej zwięzła i ogranicza się do pięciu klas prognoz (Ogrodnik, 2013):

- natychmiastowej (do 2 godzin),
- ultrakrótkoterminowej (od 2 do 12 godzin),
- krótkoterminowej (od 12 do 72 godzin),
- średnioterminowej (od 72 do 240 godzin),
- długoterminowej (ponad 10 dni).

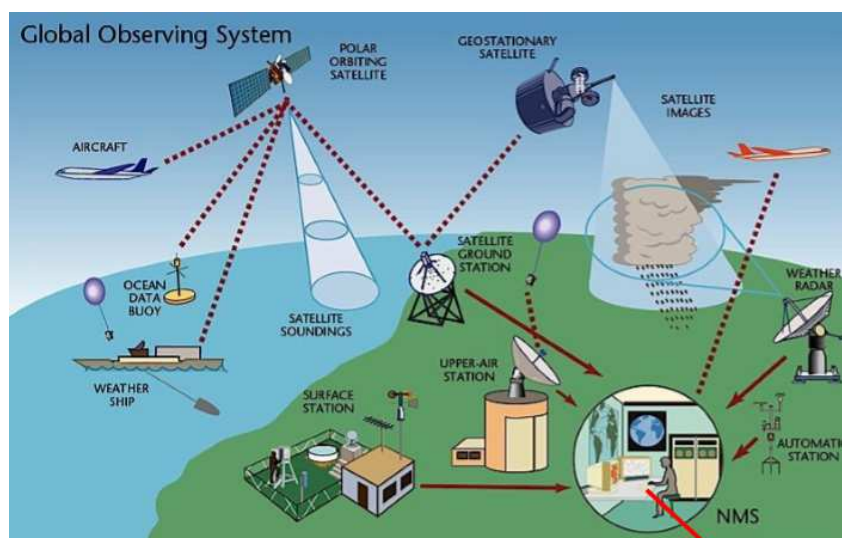
Bez względu na skalę uszczegółowienia, poszczególne rodzaje prognoz wyznaczane są na podstawie jednakowych informacji i w pewnym zakresie odnoszą się do podobnych okresów. I tak, pomijając kwestię horyzontu przewidywania, można nadmienić, że prognozy bieżące przewidują ekstremalne zdarzenia pogodowe, jak huragany czy tornada. Z kolei prognozy jednodniowe odwołują się bardziej do dotkliwych burz i innych dokuczliwych anomalii pogodowych. Najczęściej spotykanym typem pogodowego przewidywania jest prognoza krótkookresowa. Jest ona najczęściej podawana w mediach, stąd też jej największa popularność. Odnosi się do takich czynników meteorologicznych, jak temperatura powietrza w ciągu dnia, w ujęciu minimalnym i maksymalnym, ciśnienie atmosferyczne, wielkość opadów, przemieszczanie się ciepłych i zimnych mas powietrza czy też w końcu prędkość i kierunek wiatru. Prognoza tego typu dla przeciętnego odbiorcy często jest wzbogacona o takie elementy, jak mgła, gołoleź czy przymrozki. Prognozy średnioterminowe, stanowiące kolejną kategorię, są nieco uboższe w informacje, gdyż zawierają dane ograniczające się do ciśnienia powietrza, wielkości ewentualnych opadów oraz przeciętnych wartości temperatury powietrza w ciągu dnia. Kolejny typ przewidywań sezonowych jest najmniej szczegółowy. W takich warunkach uzyskuje się informację o przeciętnych wartościach ciśnienia powietrza, opadów oraz temperatury powietrza. Stąd też jest postrzegana jako mało użyteczna, głównie przez to, że zawiera stosunkowo mało danych (Ziehman, Brix i Jewson, 2002). Pozostałe kategorie, tj. prognozy długoterminowe oraz wieloletnie, opierają się na informacjach o odchyłkach od wieloletnich średnich wartości temperatury powietrza bądź jak w przypadku drugich wymienionych – na oszacowaniu trendów kilkuletnich temperatury w ujęciu rocznym.

Innym stosowanym podziałem prognoz pogodowych jest ich zróżnicowanie ze względu na metodę wykorzystywaną przy ich wyznaczeniu. Tym samym

można wyróżnić przewidywania oparte na wiedzy lokalnej, oparte na gromadzeniu informacji, wiedzy lokalnej bądź przekazu ustnego, często wynikające z lokalnego folkloru. Metoda numeryczna w prognostyce stanów atmosfery opiera się na metodach statystycznych bądź też na podstawowych zasadach fizyki, a przewidywania, jakie uzyskuje się w wyniku jej stosowania, osiągane są za pomocą rozwiązania konkretnego układu równań. Metoda synoptyczna odnosi się z kolei do analizy warunków rzeczywistych oraz krytycznej analizy prognoz numerycznych.

Można też dokonać innych klasyfikacji prognoz pogodowych, jak chociażby ze względu na obszar, jaki mają one dotyczyć. Jednak nie jest to główny cel niniejszej publikacji. Bardziej istotna jest kwestia danych meteorologicznych i źródeł prognoz. Jest to o tyle ważne, że wyniki estymacji z modeli prognostycznych różnią się, mimo że wykorzystują te same dane. Nie da się jednak jednoznacznie opisać procesów zachodzących w atmosferze, umożliwiając tym samym niezawodne prognozowanie ich przebiegu. Powodów takiego stanu jest wiele, m.in. mają one swoje podłoże w jakości oraz liczbie danych. Ponadto istotna jest kwestia ich asymilacji. Innymi problemami, z jakimi przychodzi się borykać, to sposób numerycznego rozwiązywania równań wykorzystywanych do szacowania przewidywań oraz tzw. parametryzacja. Proces ten jest więc bardziej złożony niż można się było spodziewać.

Odnosząc się do kwestii danych meteorologicznych, należy podkreślić wyraźny podział w tym zakresie. Wszelkie pomiary parametrów pogodowych odbywają się metodami bezpośrednimi bądź pośrednimi. Nie wchodząc jednak w szczegóły, można by posłużyć się rysunkiem 4.1.



Rysunek 4.1. Źródła informacji pogodowych

Źródło: blog.metservice.com (dostęp: 28.08.2017 r.).

Poza kwestią źródeł danych, dochodzi również tzw. ich asymilacja. Źródeł danych jest naprawdę wiele, a na dodatek są one zbierane w różnych miejscach na ziemi i w różnym czasie. Budzi to jednak pewne problemy z ich kompatybilnością. Wspomniana asymilacja jest procesem złożonym, który dzieli się na dwa etapy: pierwszy odnosi się do sprawdzania jakości danych mającego na celu eliminację oczywistych błędów pomiarowych, drugi to uzgadnianie danych oraz wykorzystywanie informacji dostępnej już wcześniej, a mianowicie z poprzednich godzin czy też dni.

Istotną kwestią są także prognozy i ich źródła. Należy tutaj jednak dokonać wyraźnego rozgraniczenia na prognozy o krótszym i dłuższym horyzoncie przewidywań.

W pierwszym wariancie, tj. prognoz nieprzekraczających 10 dni, należy wyróżnić prognozy: natychmiastowe (do 2 godzin), ultrakrótkoterminowe (od 2 do 12 godzin), krótkoterminowe (od 12 do 72 godzin), średnioterminowe (od 72 do 240 godzin). W celu tworzenia tego typu prognoz każdy kraj posiada agencję, instytucję rządową. Instytucja ta odpowiedzialna jest ponadto za proces gromadzenia danych pogodowych.

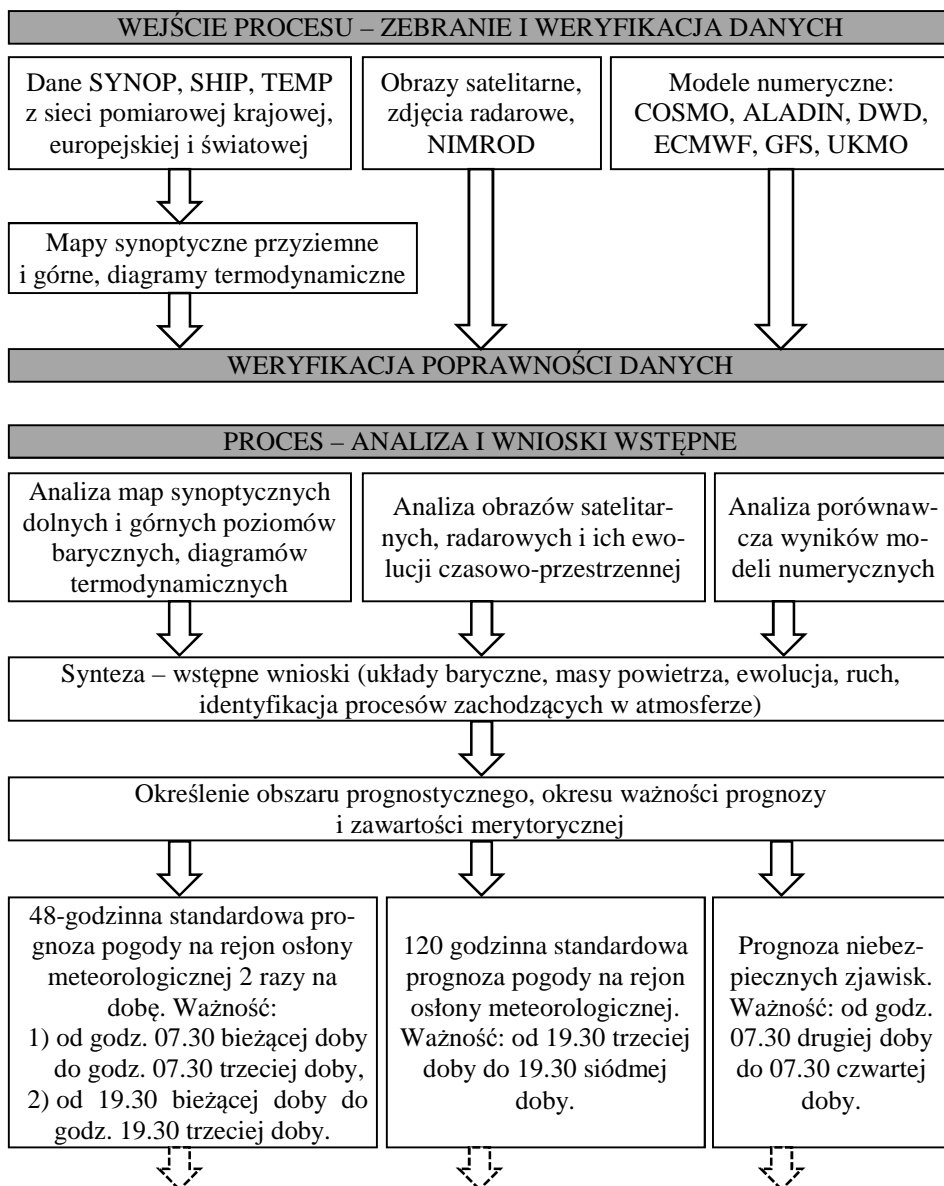
Nie zagłębiając zagadnienia konkretnych modeli prognostycznych, należy podkreślić, że są one wyznaczane dla małych obszarów (Melonek, 2011).

W przypadku prognoz sezonowych czy długoterminowych otrzymuje się szacunki bardziej ogólne, oparte na średnich wartościach danego wskaźnika, co zostało już opisane wcześniej. Dotyczą one znacznych obszarów kraju, a nawet kontynentów, z tym że wyznaczane są przez dwie instytucje na świecie, tj. Europejskie Centrum Średnioterminowych Prognoz Pogody (European Centre for Medium Range Weather Forecast – ECMRWF) (Unisys Weather Information Systems, 2016) oraz Narodowe Centrum Meteorologiczne (National Weather Service – NWS) (National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, 2016).

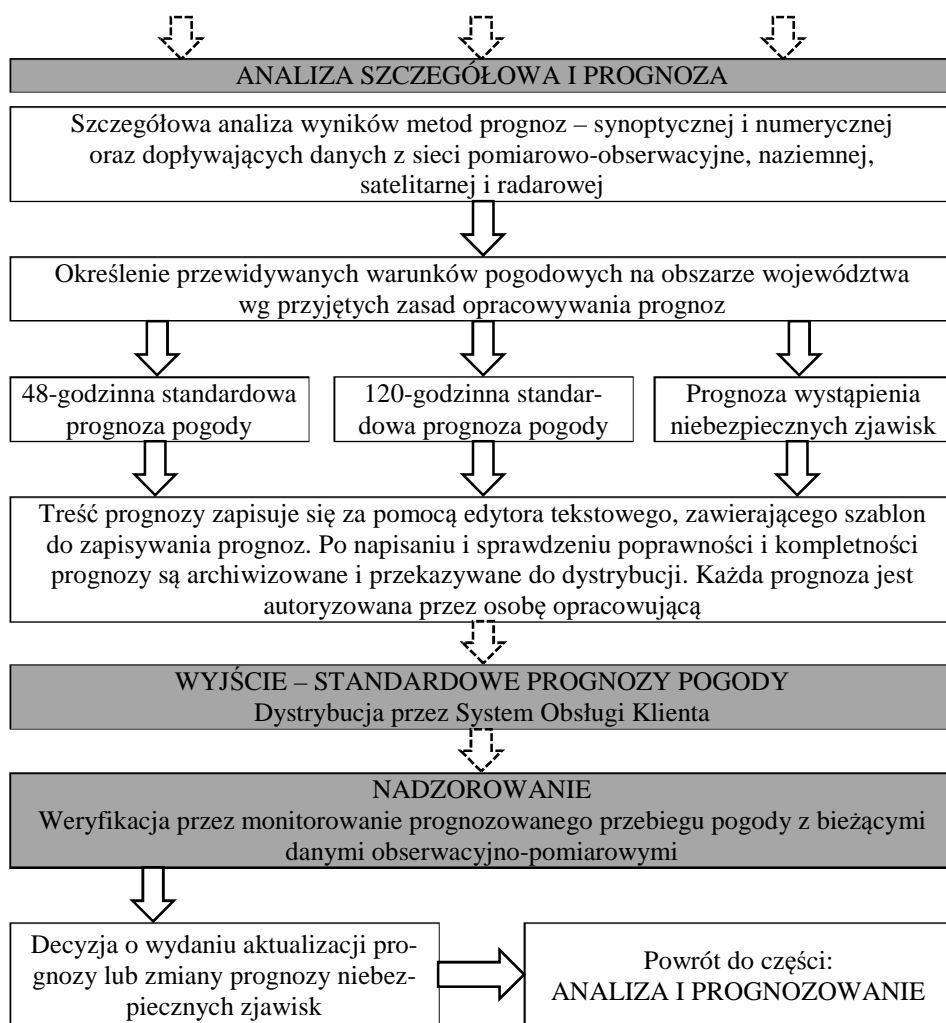
Odnosząc się jeszcze do samego procesu prognozowania, warto przeanalizować rysunek 4.2. Już po wstępnej tylko analizie widać, że proces ten nie jest natychmiastowy i wymaga dogłębnych analiz. Ponadto wymaga zaangażowania nie tylko znacznej liczby sprzętu, lecz także ludzi, co czyni go dość kosztownym.

W wykorzystaniu omówionych prognoz na rynku pogodowych instrumentów pochodnych, opisanych w poprzednim podrozdziale, znaczenie mają przewidywania krótko- i średnioterminowe. Wynika to głównie ze względów czysto praktycznych.

Kwestie włączania prognoz w procesy tzw. wyceny nie są jednakowe w przekroju poruszanych rodzajów przewidywań. Ponadto ich faktyczne stosowanie w tym procesie jest stosunkowo rzadkie, gdyż po wstępnej już lekturze problematyki terminowych umów pogodowych widać, że większość transakcji na tego typu rynku zawierana jest sporo przed terminem wykonania takowego kontraktu. Wówczas nie istnieją jeszcze przewidywania na ten okres.



Rysunek 4.2. Szczegółowy schemat opracowywania prognoz pogodowych



Rysunek 4.2 (cd.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Ogrodnik (2013), *Prognozy meteorologiczne. Powstawanie, rodzaje, interpretacja*. Biuro Prognoz Meteorologicznych i Komercyjnych IMGW-PIB, Warszawa.

Inną kwestią sporną jest trafność samych prognoz. Jak wskazuje S. Jewson (2001), tylko meteorologiczne przewidywania krótko- i średniokresowe są użyteczne, gdyż otrzymane w ich wyniku błędy są mniejsze od tych uzyskanych innymi metodami. W podobnym tonie wypowiada się J. Shorter, uszczegóławiając stwierdzenie Jewsona. Stwierdza on, że wszelkie prognozy o horyzoncie dłuższym niż 10-12 dni są obciążone na tyle dużym błędem, że ich przydatność

w procesie wyceny derywatów pogodowych traci na wartości (Shorter, Crawford i Boucher, 2002). Błąd ten sięga nieraz poziomu około 5°C, co przy tak krótkim okresie czyni tego typu prognozy mało użytecznymi w kontekście wyceny kontraktów o dłuższych terminach realizacji.

W przypadku przewidywań sezonowych bądź długoterminowych poruszana kwestia wygląda jeszcze gorzej. Ewentualne odchylenia od rzeczywistych warunków atmosferycznych są jeszcze większe niż w przypadku wcześniej omówionych. Przykład tego typu rozbieżności podaje w swojej publikacji P. Forrest (2002). Biorąc pod uwagę, że prognozy te dotyczą często kilku miesięcy, ewentualne koszty podmiotów gospodarczych wynikające z braku ich trafności mogą być nad wyraz duże. Przykładem może być sytuacja, kiedy w sezonie grzewczym występuje wyjątkowo ciepły okres od wielu lat, a wszelkie przewidywania zapowiadały niższą temperaturę od tzw. przeciętnej historycznej. Wówczas wszelkie konsekwencje mogą być katastrofalne, a tak spora niezgodność w predykcji potwierdza, że wycena terminowych kontraktów pogodowych na podstawie prognoz meteorologicznych może być silnie obciążona.

4.2

Analiza własności instrumentów bazowych

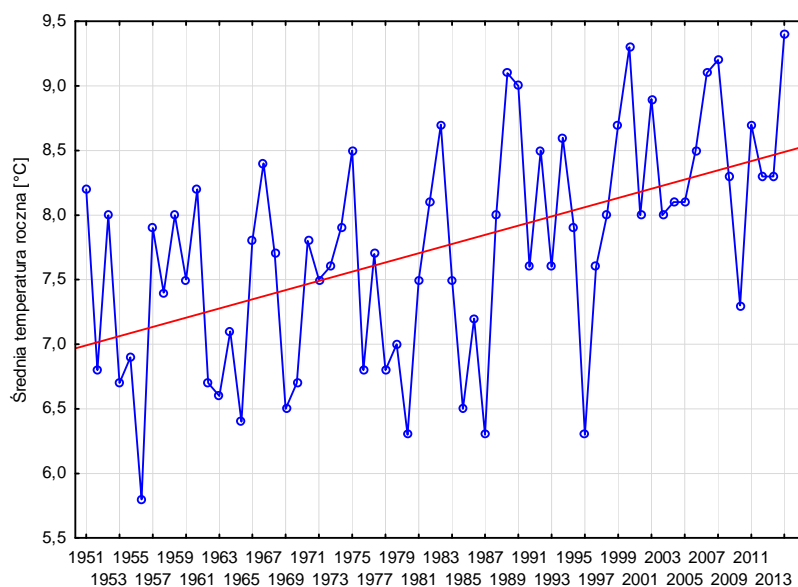
W celu dokonania późniejszej weryfikacji rynkowych modeli prognozowania na przykładzie instrumentów pogodowych należy dokonać prezentacji analizy instrumentów bazowych, jakie tworzą wspomniane czynniki meteorologiczne. Dokonanie swego rodzaju opisu „elementu wsadowego” może się okazać niezwykle pomocne przy podejmowaniu wszelkich prób przewidywania danych meteorologicznych. Niekoniecznie czynniki te muszą charakteryzować się analogicznymi własnościami, które można zaobserwować chociażby przy analizie instrumentów finansowych. Po pierwsze, w przypadku danych pogodowych mogą występować silne asymetrie rozkładu, po drugie, można zaobserwować zjawisko sezonowości. Wszelkie tego typu spostrzeżenia, o ile znajdują potwierdzenie w badaniach empirycznych, mogą stanowić podstawę do poprawnego doboru metod prognostycznych i wyciągnięcia właściwych wniosków przy ich zastosowaniu.

Analiza ma zatem przyczynić się do ewentualnego ujawnienia pewnych unikatowych cech, obcych dla instrumentów finansowych, które to powinny być uwzględnione w procesie modelowania. Przedmiotem analiz jest próba odpowiedzi na pytanie, czy wartości badanych czynników pogodowych charakteryzuje pewna tendencja w czasie, czy charakteryzuje je zjawisko autokorelacji bądź też czy faktory tego typu cechują się sezonowością. Istotne jest również to, czy wariancja danego czynnika pogodowego jest jednorodna i stała w czasie. Odpowiadając na te pytania, dodatkowo można uzyskać informacje o samych rozkładach wartości danego czynnika pogodowego.

Rozpoczynając przegląd, należy na wstępie rozważyć czynnik temperatury jako najczęściej występujący. Informacje dotyczące tego instrumentu są

najbardziej pożądanymi wśród potencjalnych zainteresowanych, a jeśli weźmie się pod uwagę rynek pochodnych instrumentów pogodowych, to temperatura jest podstawowym elementem bazowym w kontekście indeksowania.

Dokonując wstępnie ogólnej charakterystyki na podstawie danych rocznych, można zaobserwować istotny trend rosnący, będący w pewnym sensie wyjaśniony przez efekt pogłębiającego się tzw. globalnego ocieplenia (rysunek 4.3). Zbliżone wnioski można zaobserwować również na analogicznych danych dotyczących poszczególnych stacji pogodowych w naszym kraju. Zauważona tendencja jest zatem „ogólnie panującą”.

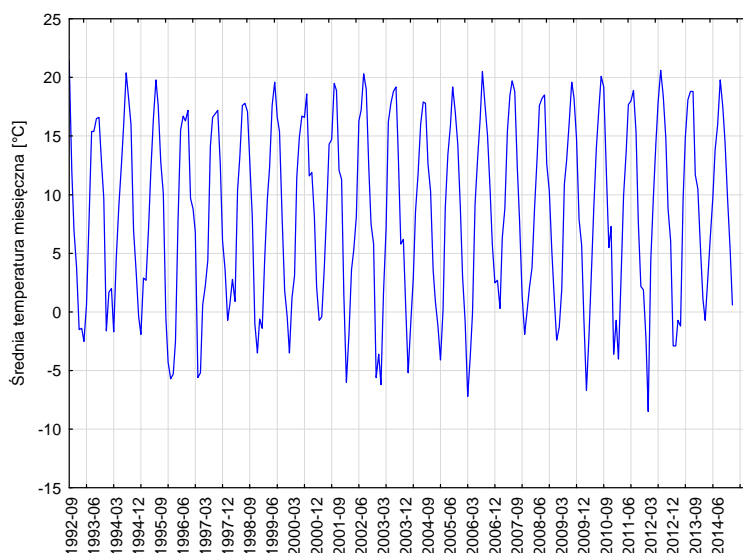


Rysunek 4.3. Kształtowanie się średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce w latach 1951-2014

Źródło: opracowanie własne.

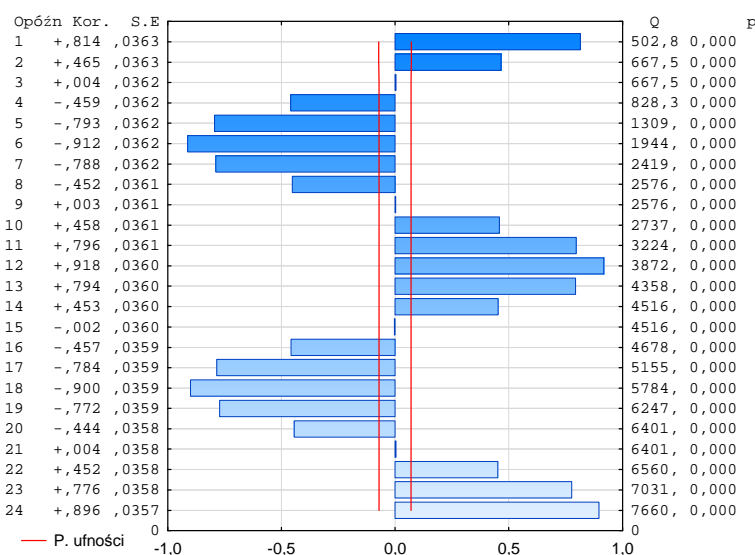
Ciekawym zjawiskiem jest podobna analiza danych dla okresów miesięcznych. Widoczna jest tutaj wyraźna ich sezonowość, czego można się było spodziewać. Chociaż prezentacja graficzna (rysunek 4.4) odnosi się wyłącznie do województwa podkarpackiego, to jest ściśle skorelowana ze wskazaniami z pozostałych województw. Tego typu dane są analogiczne dla całego kraju.

Zasadne wydaje się również sprawdzenie, czy nie mamy do czynienia z efektem autokorelacji danych. Przy tak dużej sezonowości skala rozpatrywanego zjawiska powinna być znaczna, co potwierdza rysunek 4.5.



Rysunek 4.4. Kształtowanie się średniej miesięcznej temperatury powietrza w województwie podkarpackim w latach 1992-2014⁴⁰

Źródło: opracowanie własne.

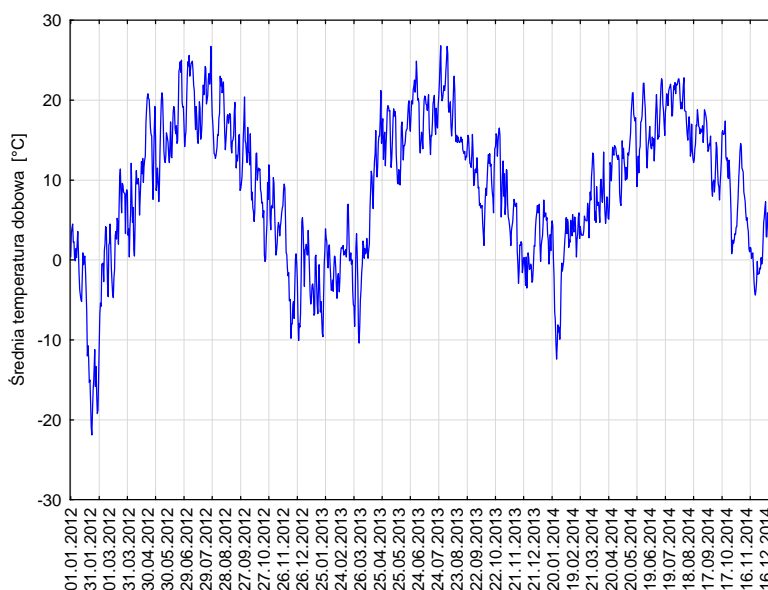


Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla średniej miesięcznej temperatury powietrza w województwie podkarpackim w latach 1951-2014

Źródło: opracowanie własne.

⁴⁰ Zobrazowanie kształtowania się średniej miesięcznej temperatury powietrza w latach 1951-2014 uczyniłoby rysunek nieczytelnym. W tym celu zawężono liczbę obserwacji do lat 1992-2014.

Poza prezentacją graficzną potwierdzeniem tego faktu są wartości wyników testu Ljunga-Boxa⁴¹ (Q). W odniesieniu do stwierdzonej wcześniej sezonowości wyraźne są tutaj również relacje pomiędzy poszczególnymi miesiącami.



Rysunek 4.6. Dienne wartości temperatury dla województwa podkarpackiego w latach 2012-2014

Źródło: opracowanie własne.

Analizując kwestię sezonowości (rysunek 4.6) oraz autokorelacji dla danych dziennych, należy potwierdzić, że również w tym przypadku mamy do czynienia z obydwooma wymienionymi zjawiskami. Zmienia się jednak nieco charakter autokorelacji. Statystyki testu Ljunga-Boxa potwierdzają występowanie zjawiska korelacji w czasie, lecz gaśnie ono jednak wykładniczo.

Dość ciekawie wygląda również kwestia rozkładów cechy temperaturowej. Świadczyć mogą o tym wartości wyznaczonych statystyk opisowych (tabela 4.2).

⁴¹ W analizie autokorelacji szeregów czasowych wykorzystuje się wiele testów. Można tu wyróżnić takie jak: test Durbina-Watsona czy też Boxa-Pierce'a. Użyty w tym przypadku test Ljunga-Boxa jest pochodnym drugiego z wymienionych. Test ten został użyty wyłącznie ze względu na to, że jest najczęściej stosowany i pozwala na weryfikację hipotezy o braku korelacji dowolnego rzędu.

Tabela 4.2. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów temperatury, w °C

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	maksimum	Skośność	Kurtoza
dla Polski							
Dane roczne ⁴²	7,74	7,85	8,00	5,80	9,40	-0,14	-0,65
Dane miesięczne ⁴²	7,74	7,95	wiel.	-11,2	21,8	-0,14	-1,13
Dane dzienne ⁴³	8,70	9,14	wiel.	-17,4	25,7	-0,35	-0,41
dla Rzeszowa							
Dane roczne	8,09	8,07	8,41	5,97	11,1	0,30	0,36
Dane miesięczne	8,08	8,20	16,8	-13,1	22,3	-0,21	-1,08
Dane dzienne	9,48	10,1	0,70	-22,3	27,6	-0,31	-0,30

Źródło: opracowanie własne.

Wydaje się zasadne przeprowadzenie podobnej analizy w przekroju poszczególnych miesięcy (tabela 4.3). Może to prowadzić do dość ciekawych spostrzeżeń. Jednym z nich jest to, że asymetria jest różna w poszczególnych porach roku: w okresie zimowym lewostronna, a w letnim prawostronna. Być może niekiedy tendencja ta nie jest bardzo wyraźna, jednak spostrzeżenie to jest zgodne z tym, jakie przedstawił w swej pracy J. Preś (2007).

Poza analizą statystyk deskryptywnych uwagę należy zwrócić na charakter samych rozkładów cechy. Jeśli rozpatrzy się założenie normalności rozkładów czynnika temperaturowego (tabela 4.4), to w przekroju poszczególnych miesięcy dla danych miesięcznych tylko w trzech przypadkach można mówić o braku zbliżenia do normalności. W większości wariantów hipoteza o normalności rozkładów potwierdza się. Analogiczna analiza w przekroju miesięcy, lecz dla danych dziennych, daje całkiem odmienne rezultaty. Weryfikowana hipoteza w tym wypadku jest znacznie mniej powszechna.

Odnosząc się do kwestii wariancji (tabela 4.3), należy poruszyć sprawę zmieniających się wartości tego parametru rozkładu. Dokonując w tym zakresie testowania za pomocą testu Breuscha-Pagana (Breusch i Pagan, 1979), należy odrzucić hipotezę o stałości wariancji bezwarunkowej. Dzięki testowaniu efektu ARCH (Engle, 1982)⁴⁴ możemy stwierdzić, że występuje zmienna wariancja warunkowa.

⁴² Statystyki opisowe dla danych rocznych i miesięcznych zostały policzone na podstawie odpowiednio średniej rocznej i miesięcznej temperatury w Polsce i w Rzeszowie w latach 1951-2015.

⁴³ Z kolei parametry rozkładów dla danych dziennych dla Polski i Rzeszowa zostały oszacowane na podstawie tego typu danych z lat 2012-2015.

⁴⁴ Sprawdzeniem efektu ARCH(p) jest statystyka TR^2 o rozkładzie χ^2 oraz df stopniach swobody (T – liczba obserwacji, R^2 – współczynnik determinacji równania autokorelacji kwadratów reszt modelu) (Piontek, 2001). W badanym przypadku wartości statystyki TR^2 znacznie przekraczają wartość krytyczną testu określoną dla poziomu istotności 0,05.

Tabela 4.3. Wyniki wybranych parametrów rozkładów temperatury dla Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w °C

	Średnia	Mediana	Moda	Minimum	Maksimum	Skosność	Kurtoza	Wariancja
dla danych miesięcznych ⁴⁵								
Styczeń	-2,85	-2,50	-1,70	-12,4	3,00	-0,70	0,61	28,27
Luty	-1,67	-1,30	-0,60	-13,1	4,40	-0,76	0,55	43,35
Marzec	2,40	3,00	3,10	-4,60	6,80	-0,66	-0,23	23,88
Kwiecień	8,26	8,20	8,10	4,60	11,7	-0,29	-0,22	25,37
Maj	13,5	13,6	13,1	9,60	16,8	-0,09	-0,23	12,66
Czerwiec	16,7	16,6	17,0	14,3	19,2	-0,03	-0,72	11,05
Lipiec	18,5	18,4	17,1	15,4	21,3	0,05	-0,95	10,39
Sierpień	17,8	17,1	17,8	14,6	22,3	0,73	1,92	14,72
Wrzesień	13,4	13,1	12,8	10,3	16,3	0,10	-0,67	13,74
Październik	8,53	8,30	8,20	5,70	12,5	0,43	-0,26	20,68
Listopad	3,56	4,00	5,90	-2,70	7,40	-0,61	0,29	18,76
Grudzień	8,08	-0,45	-0,40	-6,80	3,40	-0,48	-0,39	20,60
dla danych dziennych ⁴⁶								
Styczeń	-1,18	0,35	0,90	-15,2	9,20	-0,75	-0,10	10,18
Luty	-1,39	0,50	2,00	-22,3	7,90	-1,38	1,42	13,84
Marzec	3,72	4,15	5,30	-10,8	14,3	-0,42	0,34	6,96
Kwiecień	9,52	9,95	0,70	0,10	21,2	-0,01	-0,60	2,56
Maj	14,3	13,8	10,1	7,50	21,4	0,20	-0,96	2,36
Czerwiec	17,8	17,3	15,8	11,4	25,5	0,41	-0,52	1,48
Lipiec	20,4	20,4	20,9	13,2	27,4	0,03	-0,73	2,14
Sierpień	19,8	19,7	23,2	12,5	27,6	0,11	-0,98	1,76
Wrzesień	14,4	14,3	14,0	6,80	27,6	0,56	1,06	2,00
Październik	9,20	9,45	8,80	-1,10	17,6	-0,14	-0,68	2,25
Listopad	5,66	6,15	7,60	-4,20	15,9	-0,06	-0,48	4,94
Grudzień	0,84	1,30	1,40	-10,2	10,0	-0,54	-0,23	5,81

Źródło: opracowanie własne.

⁴⁵ W tym wypadku wykorzystano dane miesięczne z lat 1951-2015.⁴⁶ Wartości statystyk w tym wariancie zostały oszacowane na podstawie danych dziennych z lat 2012-2015.

Tabela 4.4. Testy normalności rozkładów temperatury dla Rzeszowa w przypadku poszczególnych miesięcy

	Doornika-Hansena ⁴⁷	p-value	Shapiro-Wilk ⁴⁸	p-value	Lillieforsa ⁴⁹	p-value	Jarque'a-Bera ⁵⁰	p-value
dla danych miesięcznych								
Styczeń	3,3615	0,19	0,9777	0,29	0,0934	0,17	3,5172	0,17
Luty	5,5908	0,06	0,9647	0,06	0,0842	0,29	4,6757	0,10
Marzec	8,8499	0,01	0,9540	0,02	0,1124	0,04	4,4325	0,11
Kwiecień	0,8584	0,65	0,9836	0,55	0,0765	0,44	0,9423	0,62
Maj	0,0778	0,96	0,9941	0,99	0,0512	1,00	0,4345	0,80
Czerwiec	0,4841	0,78	0,9855	0,65	0,0722	0,54	0,8661	0,65
Lipiec	3,0770	0,25	0,9726	0,16	0,0915	0,19	2,5509	0,28
Sierpień	7,0034	0,03	0,9660	0,07	0,1119	0,04	9,6531	0,01
Wrzesień	0,9279	0,63	0,9781	0,30	0,1003	0,1	1,3034	0,52
Październik	3,5062	0,17	0,9618	0,04	0,1172	0,03	2,4937	0,29
Listopad	4,1476	0,13	0,9684	0,10	0,0873	0,26	3,4228	0,18
Grudzień	4,6555	0,10	0,9684	0,10	0,1001	0,11	2,9373	0,23
dla danych dziennych								
Styczeń	24,009	0,00	0,9429	0,00	0,1430	0,00	11,432	0,00
Luty	73,190	0,00	0,8600	0,00	0,1562	0,00	42,967	0,00
Marzec	3,7606	0,15	0,9843	0,16	0,0635	0,25	4,0195	0,13
Kwiecień	1,6478	0,44	0,9801	0,07	0,0591	0,37	1,9715	0,37
Maj	9,1700	0,01	0,9670	0,00	0,0838	0,03	5,6904	0,06
Czerwiec	8,3479	0,01	0,9723	0,01	0,0868	0,03	4,7716	0,09
Lipiec	2,9800	0,22	0,9849	0,18	0,0502	0,61	2,8986	0,23
Sierpień	7,6897	0,02	0,9724	0,01	0,0766	0,07	5,3172	0,07
Wrzesień	6,8940	0,03	0,9768	0,04	0,0638	0,26	10,689	0,00
Październik	3,3396	0,18	0,9813	0,08	0,0475	0,70	2,9346	0,23
Listopad	0,9648	0,62	0,9895	0,49	0,0573	0,42	1,3732	0,50
Grudzień	10,534	0,00	0,9669	0,00	0,0773	0,07	6,1603	0,04

Źródło: opracowanie własne.

W celu zobrazowania różnic w przeciętnych wartościach temperatury w poszczególnych województwach w Polsce warto prześledzić zaprezentowane

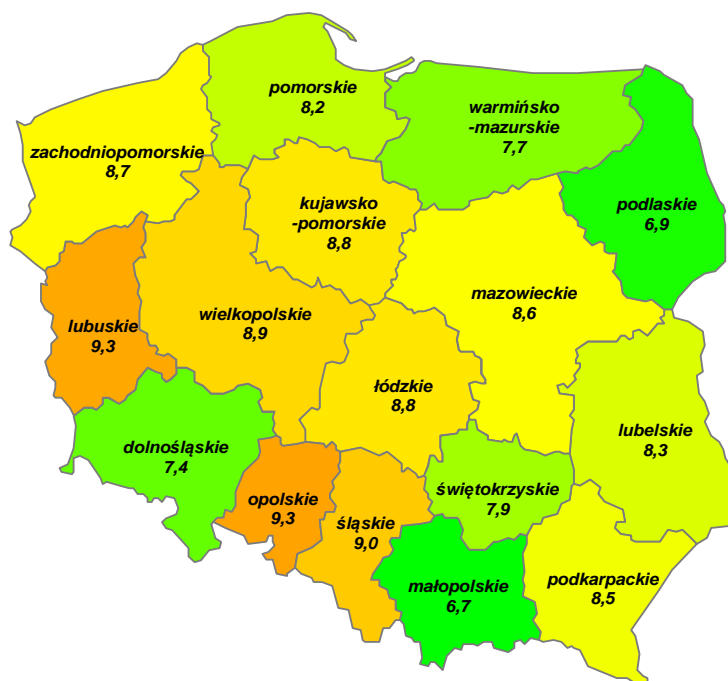
⁴⁷ Test ten jest rozszerzeniem testu D'Agostino-Persona na przypadek testowania zgodności z wielowymiarowym rozkładem normalnym, dla statystyki opartej na kurtozie i skośności.

⁴⁸ Test oparty również na statystyce pozycyjnej próby.

⁴⁹ Ten test to modyfikacja testu Kołmogorowa-Smirnowa, pozwalająca na testowanie zgodności z całą rodziną rozkładów normalnych, bez znajomości parametrów średniej i odchylenia standardowego.

⁵⁰ Test oparty na momentach z próby.

mapki. Z powodu braku możliwości przeanalizowania większej liczby danych historycznych ograniczono się do lat 2012 (rysunek 4.7) i 2014 (rysunek 4.8).



Rysunek 4.7. Wartość przeciętnej temperatury w przekroju poszczególnych województw w 2012 r., w °C

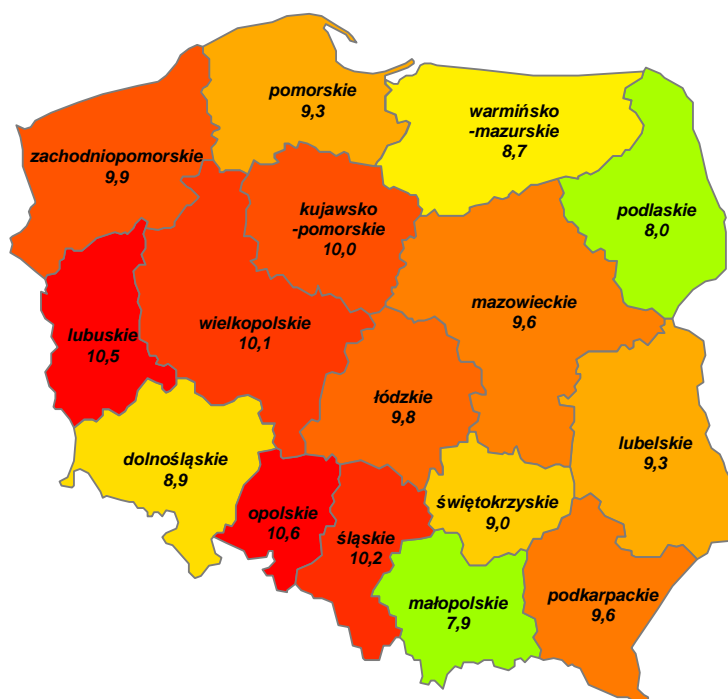
Źródło: opracowanie własne.

Zasadne wydaje się stwierdzenie, że dotychczasowe spostrzeżenia są w znacznej mierze zbieżne z tymi, jakie otrzymał w swoich badaniach J. Preś. Dotyczyły one analizy pogodowych instrumentów bazowych dla około pięćdziesięciu różnych lokalizacji z Ameryki Północnej oraz Europy Zachodniej. Podobne wyniki zostały opublikowane przez S. Campbella i F. Diebolda (2005), M. Cao, A. Li i J. Wei (2003) oraz J. Westa (2002).

Koncentrując się jednak na warunkach temperaturowych zachodzących w Polsce, należy stwierdzić, że najniższe przeciętne roczne wartości analizowanego czynnika pogodowego przypadają na województwa dolnośląskie, małopolskie, podlaskie i warmińsko-mazurskie. Ta sama tendencja zauważalna jest również dla województwa świętokrzyskiego. Zaobserwowana prawidłowość jest powtarzalna na przestrzeni lat, nie tylko dla lat 2012 i 2014⁵¹. Rozpatrując z kolei

⁵¹ Mapki przedstawione na rysunkach 4.7 i 4.8 są mapami przykładowymi. Zamieszczenie większej liczby tego typu prezentacji graficznych znacznie utrudniłoby czytelność publikacji.

„bieguny ciepła”, należy wskazać województwa lubuskie i opolskie. Niewiele mniejsze wartości przeciętnych rocznych wartości temperatury obserwuje się dla województwa opolskiego i zachodniopomorskiego.

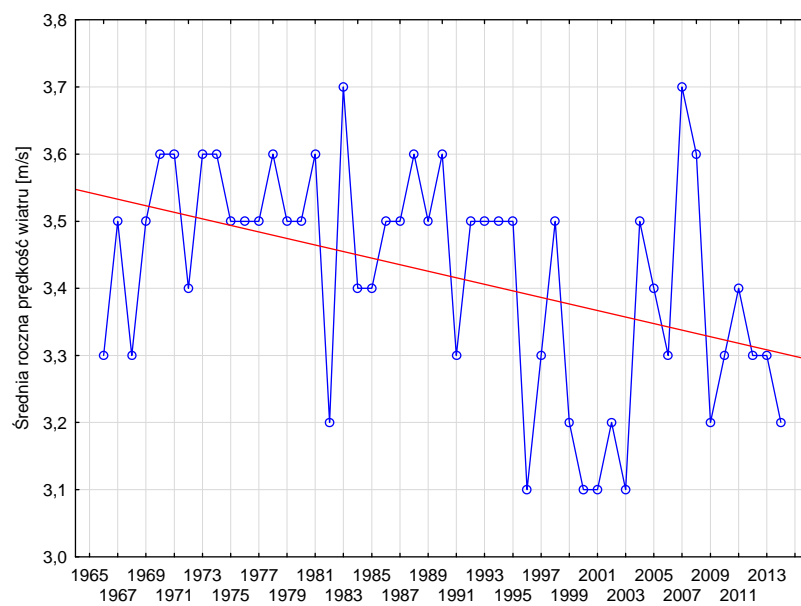


Rysunek 4.8. Wartość przeciętnych temperatury dla poszczególnych województw w 2014 r., w °C

Źródło: opracowanie własne.

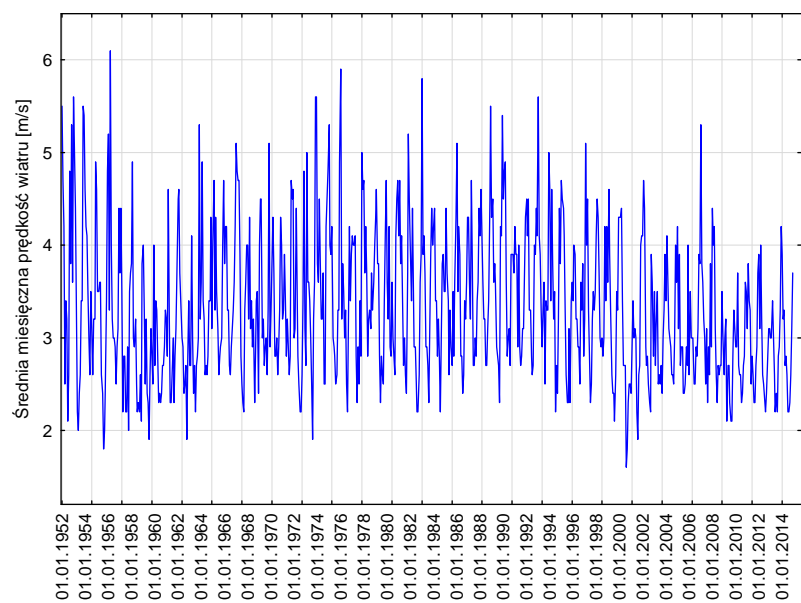
Kolejnym istotnym czynnikiem pogodowym jest wiatr. Przykładem dobrze obrazującym znaczenie tego czynnika jest jego istotny wpływ na transport morski czy też energię ze źródeł odnawialnych. Podobnie jak w przypadku temperatury, wiatr również może stanowić instrument bazowy dla pogodowych kontraktów terminowych.

Już podczas analizy danych rocznych (rysunek 4.9), zauważa się brak wyraźnych tendencji zmian. Mimo że równanie regresji w tym wypadku jest linią prostą nachyloną ku dołowi w całym rozpatrywanym okresie, trudno stwierdzić, że obserwujemy cykliczny spadek prędkości wiatru na przestrzeni lat. Tego typu wniosek były w tym miejscu znacznym nadużyciem. Ponadto zauważalny jest także brak sezonowości w przypadku danych rocznych.



Rysunek 4.9. Kształtowanie się średniej rocznej prędkości wiatru w Polsce w latach 1965-2014

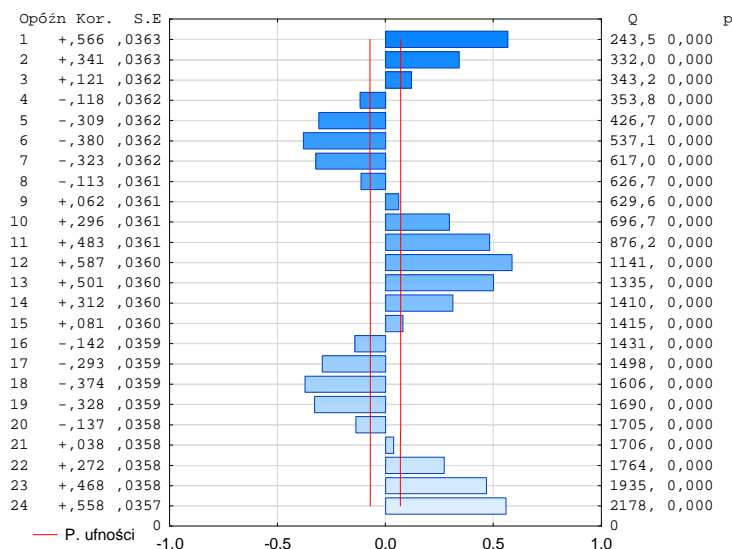
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.10. Kształtowanie się średniej miesięcznej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1951-2014

Źródło: opracowanie własne.

Dokonując podobnej analizy dla danych miesięcznych (rysunek 4.10), rysuje się w pewnym względzie analogiczna zależność danych do tej otrzymanej podczas analizy czynnika temperaturowego. Istnieje zatem możliwość zaobserwowania zjawiska sezonowości, charakterystycznego dla określonych pór roku. Potwierdzeniem tego jest kolejna prezentacja graficzna obrazująca funkcję autokorelacji (rysunek 4.11).



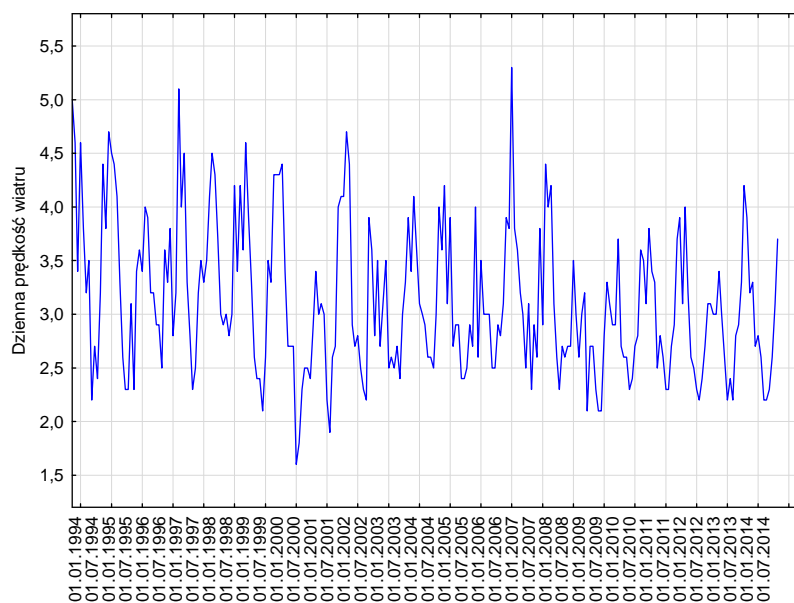
Rysunek 4.11. Funkcja autokorelacji dla średniej miesięcznej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1951-2014

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie analizy rysunku 4.12 prezentującego dane dzienne dla prędkości wiatru można zaobserwować podobne tendencje w zachowaniu tego czynnika do obserwacji miesięcznych. Ponownie widoczna jest cykliczność zmian tego waloru bazowego, a skrócenie liczby danych do lat 1994-2014 poprawia tylko czytelność prezentacji graficznej.

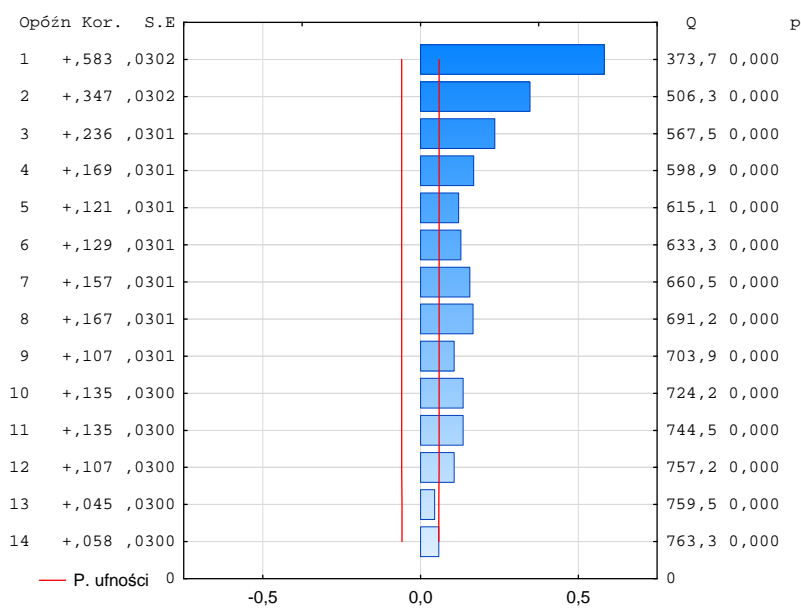
Dodatkowym wnioskiem, jaki można w tym wypadku wysnuć, jest brak stałości wariancji w czasie, co również miało miejsce w przypadku analogicznej analizy danych temperaturowych. Potwierdzenia tej tezy można szukać w wartościach statystyk testowych F-Snedecora bądź Levene'a. Te bowiem na poziomie istotności 0,05 wykazały dodatkowo, że poziom wariancji jest znacznie wyższy w miesiącach zimowych.

Natomiast kwestia samej autokorelacji danych w czasie wygląda odmiennie niż w przypadku analiz miesięcznych (rysunek 4.13), mimo że zjawisko to występuje w jednym i drugim przypadku. Inny jest jednak jego charakter.



Rysunek 4.12. Kształtowanie się dziennej średniej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1994-2014

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.13. Funkcja autokorelacji dla dziennej średniej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 2012-2014

Źródło: opracowanie własne.

Przechodząc do analizy rozkładów badanej cechy, warto wstępnie odnieść się do ich parametrów. Dane ogólnokrajowe można zobrazować, posługując się ponownie zestawieniem tabelarycznym (tabela 4.5).

Tabela 4.5. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów średniej prędkości wiatru, w m/s

	Średnia	Mediana	Moda	Minimum	Maksimum	Skośność	Kurtoza
dla Polski							
Dane roczne ⁵²	3,42	3,50	3,50	3,10	3,70	-0,45	-0,76
Dane miesięczne ⁵²	3,41	3,30	3,20	2,20	6,00	0,76	0,53
Dane dzienne ⁵³	3,01	2,79	2,40	1,22	9,20	1,40	2,92
dla Rzeszowa							
Dane roczne	3,55	3,47	3,38	2,82	4,29	0,30	-0,41
Dane miesięczne	3,55	3,40	2,90	0,00	6,90	0,48	0,19
Dane dzienne	3,46	3,10	2,10	0,10	11,6	0,91	0,95

Źródło: opracowanie własne.

Już na etapie analiz skośności rozkładów dają się zauważyć zmiany w stosunku do temperaturowego waloru bazowego. W przypadku wiatru mamy bowiem do czynienia z asymetrią prawostronną. Potwierdzeniem tego jest bardziej szczegółowe badanie w przekroju poszczególnych miesięcy (tabela 4.6). Brak tutaj podziału na miesiące letnie i zimowe. W każdym wariancie wyraźnie zauważalna jest wymieniona tendencja.

Analizując typy rozkładów, należałoby zastanowić się nad powszechnie stosowanym w literaturze rozkładem Weibulla. Ten typ rozkładu jest wymieniany jako najbardziej trafny w przypadku analiz prędkości wiatru. W tym tonie wypowiadają się np. J. Dutton (2002), A. Leroy (2004), J. Hennessey (1977) czy P. Wais (2016).

Po przeprowadzonym badaniu statystycznym polegającym na dopasowaniu empirycznych rozkładów dziennej przeciętnej prędkości wiatru do najbardziej prawdopodobnych typów rozkładów wydaje się, że dotychczasowe, literaturowe spostrzeżenia zdają się potwierdzać (tabela 4.7). Dokonując analizy zbiorczej dla danych dziennych bez wyodrębniania poszczególnych miesięcy, teza ta jest jeszcze bardziej umocowana, gdyż wartości statystyk dla testu Cramera von Misesa

⁵² Statystyki opisowe dla danych rocznych i miesięcznych zostały policzone na podstawie odpowiednio średniej rocznej i miesięcznej prędkości wiatru w Polsce i w Rzeszowie w latach 1951-2015.

⁵³ Parametry rozkładów dla danych dziennych dla Polski i Rzeszowa zostały oszacowane na podstawie tego typu danych z lat 2012-2015.

(0,5788) oraz Andersona-Darlinga (3,6332) potwierdzają dopasowanie do rozkładu Weibulla. *P-value* otrzymane w tym wypadku jest mniejsze niż 0,001 (rysunek 4.14).

Tabela 4.6. Wyniki wybranych parametrów rozkładów prędkości wiatru dla miasta Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w m/s

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Skośność	Kurtoza	Wariancja
dla danych miesięcznych ⁵⁴								
Styczeń	4,48	4,40	3,70	3,10	6,40	0,37	-0,74	0,67
Luty	4,33	4,20	4,20	2,80	6,40	0,66	0,37	0,54
Marzec	4,22	4,10	4,40	2,70	6,90	1,02	2,17	0,53
Kwiecień	3,51	3,50	3,50	0,00	5,60	-1,13	7,64	0,54
Maj	3,06	3,00	2,90	2,20	4,60	0,71	0,92	0,20
Czerwiec	2,89	2,90	2,60	2,00	3,90	-0,01	-0,39	0,17
Lipiec	2,75	2,80	2,80	1,60	3,90	0,25	0,48	0,20
Sierpień	2,60	2,60	2,60	1,60	3,60	0,28	-0,47	0,23
Wrzesień	2,91	2,90	2,60	1,70	4,80	0,45	0,76	0,32
Październik	3,39	3,30	3,40	1,90	5,30	0,31	0,88	0,38
Listopad	4,14	4,10	4,10	2,80	5,90	0,24	-0,46	0,47
Grudzień	3,55	4,25	4,20	2,90	5,80	0,40	-0,19	0,44
dla danych dziennych ⁵⁵								
Styczeń	4,56	4,50	5,50	0,40	9,90	0,28	-0,46	4,80
Luty	3,73	3,40	3,10	0,40	9,00	0,71	0,03	3,78
Marzec	4,07	3,85	3,00	0,40	8,90	0,41	-0,48	3,46
Kwiecień	3,57	3,30	3,00	0,80	7,90	0,69	0,32	2,20
Maj	2,98	2,90	2,50	0,50	8,80	0,95	2,86	1,50
Czerwiec	2,80	2,55	2,40	0,60	5,50	0,49	-0,45	1,20
Lipiec	2,75	2,50	2,50	0,90	6,50	0,61	0,06	1,30
Sierpień	2,56	2,30	2,10	0,40	6,90	1,00	1,22	1,45
Wrzesień	3,17	2,90	2,90	0,80	8,00	0,73	0,29	2,04
Październik	3,20	2,90	1,30	0,50	8,90	0,66	0,02	2,90
Listopad	3,74	3,70	3,80	0,10	7,50	0,14	-0,77	3,16
Grudzień	4,44	4,10	4,00	0,40	11,6	0,76	1,20	4,71

Źródło: opracowanie własne.

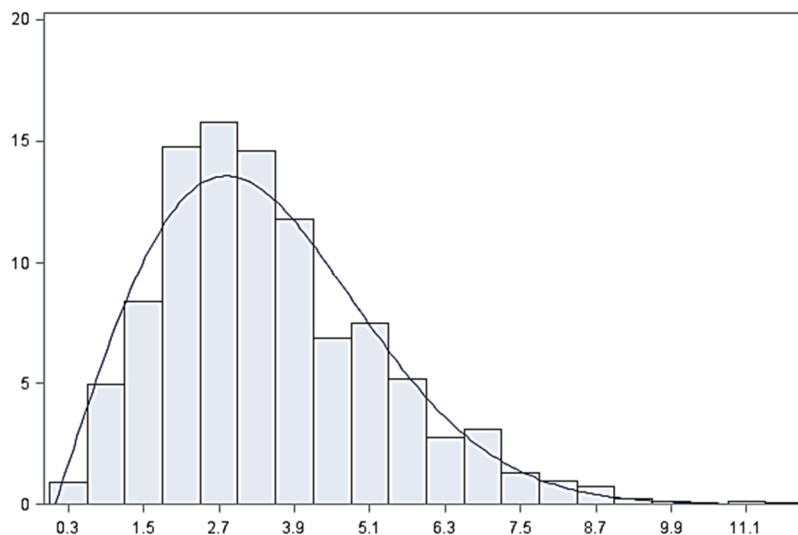
⁵⁴ W tym wypadku wykorzystano dane miesięczne z lat 1951-2015.

⁵⁵ Wartości statystyk w tym wariancie zostały oszacowane na podstawie danych dziennych z lat 2012-2015.

Tabela 4.7. Testy rozkładów prędkości wiatru dla miasta Rzeszowa dla poszczególnych miesięcy

	Log-normalny		Gamma		Weibulla			
	Chi-kwadrat	p-value	Chi-kwadrat	p-value	Cramer-von Mises	p-value	Anderson-Darling ⁵⁶	p-value
Styczeń	19,10	0,00	4,45	0,49	0,024	>0,50	0,171	>0,50
Luty	2,80	0,59	0,27	0,99	0,039	>0,25	0,276	>0,25
Marzec	8,50	0,13	5,55	0,35	0,035	>0,50	0,247	>0,50
Kwiecień	3,19	0,87	5,21	0,63	0,119	0,04	0,718	0,04
Maj	17,70	0,01	13,88	0,03	0,061	>0,25	0,511	0,15
Czerwiec	2,13	0,83	3,22	0,66	0,134	0,02	0,725	0,04
Lipiec	12,35	0,03	9,72	0,08	0,064	>0,25	0,424	>0,25
Sierpień	5,76	0,45	6,05	0,42	0,126	>0,25	0,756	>0,25
Wrzesień	8,15	0,32	6,46	0,48	0,042	>0,25	0,289	>0,25
Październik	6,73	0,15	3,07	0,54	0,056	>0,25	0,370	>0,25
Listopad	29,26	0,00	11,15	0,26	0,041	>0,50	0,312	>0,25
Grudzień	11,30	0,08	3,59	0,61	0,040	>0,50	0,320	>0,25

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.14. Rozkład przeciętnej dziennej prędkości wiatru w latach 2012-2015 dla miasta Rzeszowa wraz z dopasowaną krzywą rozkładu Weibulla

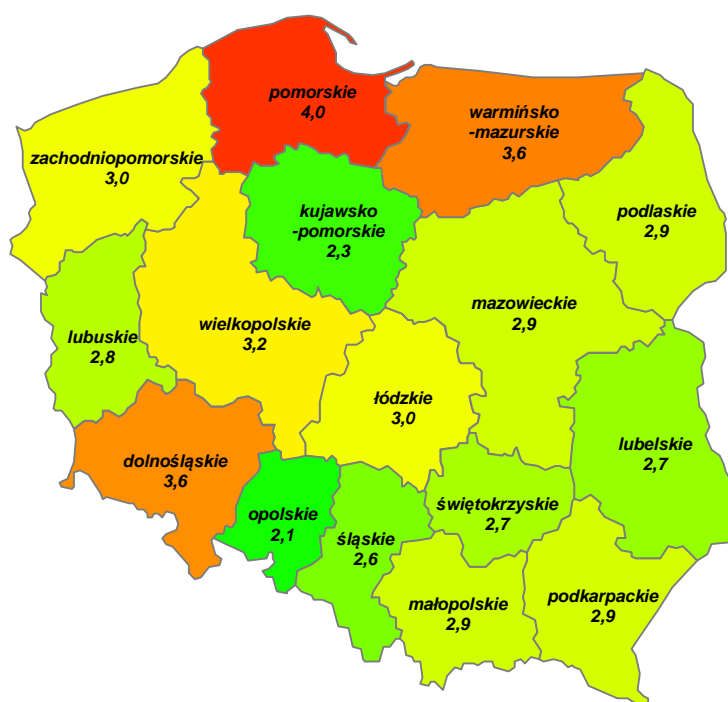
Źródło: opracowanie własne.

⁵⁶ Test Andersona-Darlinga to jeden z testów statystycznych zgodności rozkładu z zadaniem wzorcowym. Jest modyfikacją testu Craméra-von Misesa dokonaną w celu poprawy jego czułości w „ogonach” testowanego rozkładu.

Ponadto stosując, również w tym przypadku, test Breuscha-Pagana, można wykazać heteroskedastyczność ($p\text{-value} < 0,05$), która przyjmuje jednocześnie formę funkcji trygonometrycznej. Test Engla z kolei wykazał istnienie warunkowej wariancji.

Obrazując rozkład średnich prędkości wiatru w poszczególnych województwach kraju, można posłużyć się prezentacją graficzną dla jednego wybranego roku (rysunek 4.15). Na przestrzeni lat 2012-2015 nie widać bowiem istotnych zmian co do przeciętnej prędkości wiatru w przekroju województw, które to miałyby istotnie różnicować poszczególne roczniki i wskazać znaczące zmiany w tym zakresie.

Jedynie co daje się zauważyć to zróżnicowanie przeciętnych wartości prędkości wiatru w poszczególnych województwach. W kontekście największych średnich prędkości wiatru dominujące w rozpatrywanym okresie jest województwo pomorskie. Z kolei najniższe wyniki osiągają województwa kujawsko-pomorskie oraz opolskie. Ponadto wydaje się także, że znacznie bardziej jednolita pod względem przeciętnych wartości rozpatrywanego w tym wypadku instrumentu bazowego jest wschodnia część kraju. Tutaj ewentualne różnice są prawie niezauważalne.

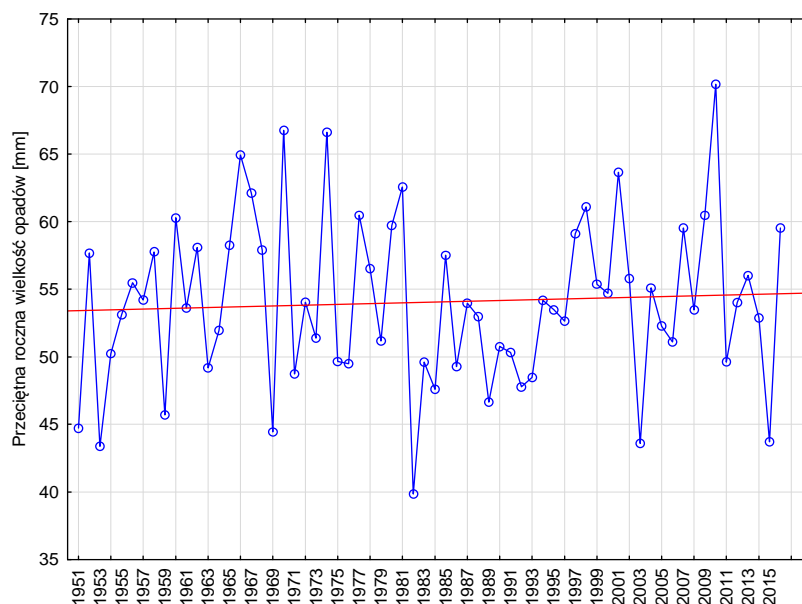


Rysunek 4.15. Wartość przeciętnej prędkości wiatru w przekroju poszczególnych województw dla 2014 r., w m/s

Źródło: opracowanie własne.

Trzecim istotnym czynnikiem są opady. Wartości tego stanu pogodowego najczęściej są podawane w milimetrach dla obszaru Europy bądź w calach dla terytorium Stanów Zjednoczonych. Istotne w tym przypadku jest to, że opady są wielkością o charakterze dyskretnym. Zjawisko to bowiem, w przeciwieństwie do opisanych już wcześniej temperatury i wiatru, może w ciągu doby w ogóle nie wystąpić.

Ponieważ w praktyce opady można traktować dwojako, rozbijając na opady śniegu i deszczu bądź też łącznie, w tym wypadku odniesiono się do całościowego charakteru zjawiska, nie wyodrębniając wspomnianych podgrup. W przypadku przeciętnych wartości rocznych dla lat 1951-2015 poziom opadów w Polsce kształtował się jak na rysunku 4.16.

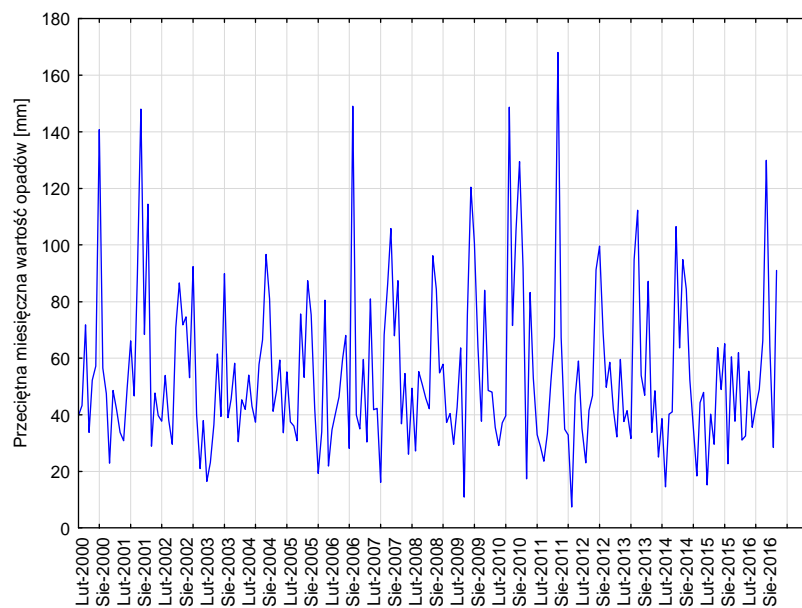


Rysunek 4.16. Wartości przeciętnej rocznej wielkości opadów w Polsce w latach 1951-2015

Źródło: opracowanie własne.

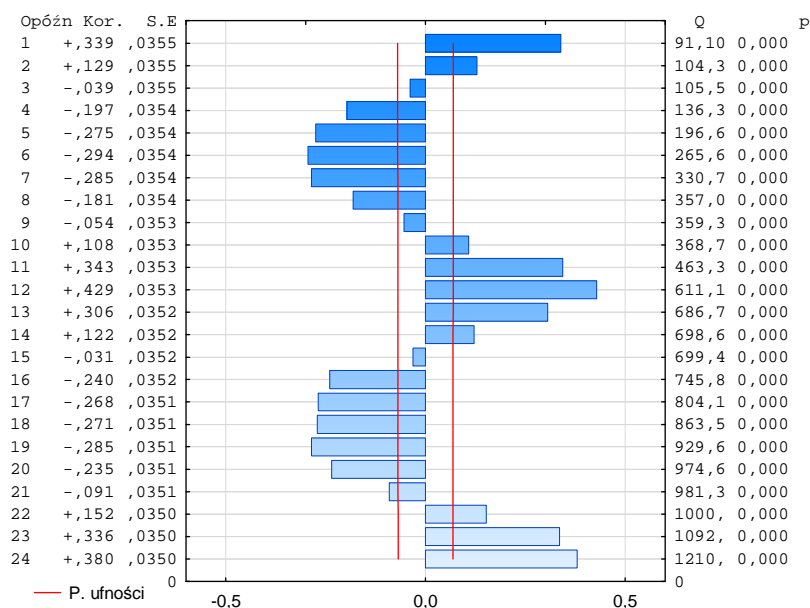
Ciekawie prezentują się dane dla okresów miesięcznych (rysunek 4.17). Wiadoczną jest cykliczność, co może świadczyć o sezonowości opadów. Wyraźnie zwiększony ich poziom rysuje się w miesiącach ciepłych, tj. lipcu i sierpniu. Powtarzalność wskazań potwierdza rysunek 4.18. Dodatkowo zauważalna jest autokorelacja danych.

Warto również przytoczyć dane dotyczące wybranych parametrów rozkładów dla sumarycznej wielkości opadów w ciągu dnia, miesiąca oraz roku, zarówno dla Polski, jak i dla Rzeszowa (tabela 4.8). Dokonując już tylko wstępnej



Rysunek 4.17. Wartości przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w Polsce od stycznia 2000 r. do października 2016 r.

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4.18. Funkcja autokorelacji dla przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w Polsce w latach 1951-2015

Źródło: opracowanie własne.

analizy, można spostrzec wyraźną asymetrię w rozkładzie analizowanej cechy. Biorąc pod uwagę, że współczynnik skośności przyjmuje wartości dodatnie, można wnioskować o wyraźnej asymetrii prawostronnej, co również było charakterystyczne dla prędkości wiatru.

Tabela 4.8. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów wielkości opadów, w mm

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Skośność	Kurtoza
dla Polski							
Dane roczne ⁵⁷	628,6	629,5	wiel.	464,2	791,3	0,22	-0,33
Dane miesięczne ⁵⁷	52,51	47,86	wiel.	8,84	159,0	1,03	1,37
Dane dzienne ⁵⁸	1,77	0,00	0,00	0,00	76,90	6,56	56,70
dla Rzeszowa							
Dane roczne	560,8	571,0	wiel.	468,3	632,8	-0,82	1,21
Dane miesięczne	46,63	37,45	36,10	4,80	143,4	1,07	1,08
Dane dzienne	1,54	0,00	0,00	0,00	32,1	3,90	19,07

Źródło: opracowanie własne.

Analiza tabeli 4.9 jest bardziej przekrojowa. Odnosząc się do danych dziennych, potwierdza się znaczna asymetria. Zjawisko to jest dużo bardziej nasilone niż w przypadku analizowanej już wcześniej prędkości wiatru. Istotne jest zatem przypuszczenie, że rozkład dla opadów dobrze opisuje rozkład Gamma (Dutton, 2002) bądź Weibulla (tabela 4.10). Przykładowo zobrazowane rozkłady widoczne są na rysunku 4.19.

W przypadku analizy wariancji wyraźnie rysuje się jej zwiększony poziom w miesiącach powszechnie uznawanych za ciepłe. W okresach kalendarzowej zimy jej wartości są znacznie mniejsze. Taka sytuacja ma miejsce nie tylko dla analiz dokonanych na przykładzie miasta Rzeszowa, lecz także dla innych polskich miast.

Zasadne wydaje się przypuszczenie, że najlepiej dopasowanym rozkładem jest rozkład Weibulla, jednak nie dla wszystkich rozpatrywanych miesięcy. Aż w jednej czwartej przypadków to założenie zdaje się nie potwierdzać. Oprócz silnej asymetrii prawostronnej trudno wskazać konkretny typ rozkładu jako ten główny przy tego typu analizie opadów.

⁵⁷ Statystyki opisowe dla danych rocznych i miesięcznych zostały policzone na podstawie odpowiednio średniej rocznej i miesięcznej sumy opadów w Polsce i Rzeszowie w latach 1951-2015.

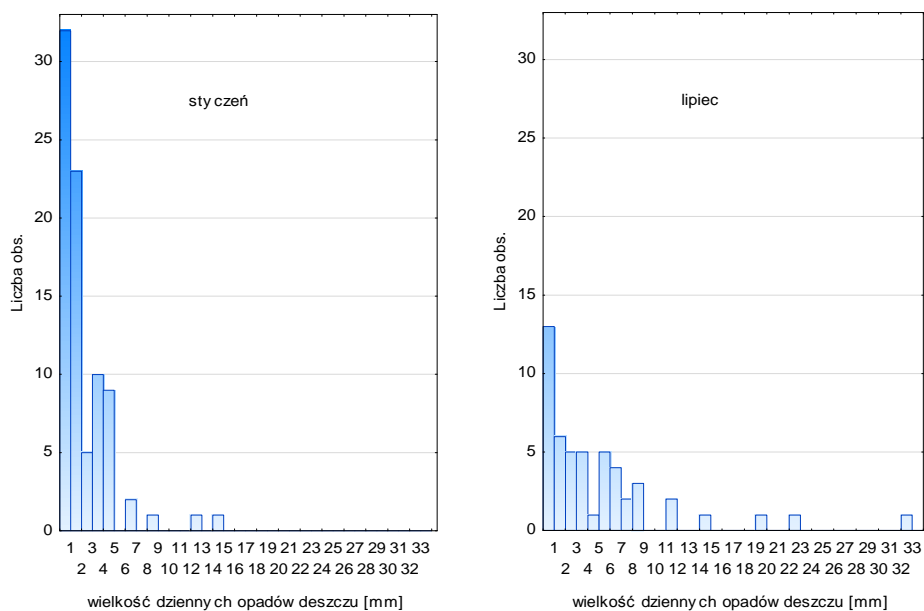
⁵⁸ Z kolei parametry rozkładów dla danych dziennych dla Polski i Rzeszowa zostały oszacowane na podstawie tego typu danych z lat 2012-2015.

Tabela 4.9. Wyniki wybranych parametrów rozkładów dobowych opadów dla miasta Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w mm

	Średnia	Mediana	Modalna	Minimum	Maksimum	Skosność	Kurtoza	Wariancja
dla danych miesięcznych ⁵⁹								
Styczeń	31,76	30,30	wiel.	6,30	83,30	1,08	1,37	260,7
Luty	28,44	24,90	wiel.	1,20	85,40	1,15	1,61	296,0
Marzec	33,02	28,30	wiel.	2,00	88,00	1,01	0,71	338,1
Kwiecień	44,54	43,60	wiel.	3,70	133,0	1,08	1,92	577,9
Maj	73,77	70,50	wiel.	9,80	177,0	0,71	0,50	1037
Czerwiec	83,59	75,40	wiel.	4,80	174,5	0,44	-0,29	1314
Lipiec	92,12	83,10	wiel.	10,3	233,8	1,01	1,04	2405
Sierpień	69,45	66,20	wiel.	4,90	164,5	0,54	-0,04	1332
Wrzesień	56,47	52,80	wiel.	7,70	141,7	0,78	0,14	1096
Październik	45,06	37,10	wiel.	3,80	182,1	1,45	3,34	1100
Listopad	38,68	37,25	wiel.	0,40	94,70	0,55	0,16	377,5
Grudzień	36,54	33,45	wiel.	4,80	87,00	0,57	-0,05	336,7
dla danych dziennych ⁶⁰								
Styczeń	1,53	0,00	0,00	0,00	14,70	2,87	11,25	5,39
Luty	0,68	0,00	0,00	0,00	7,70	2,90	8,67	2,19
Marzec	1,57	0,00	0,00	0,00	14,40	2,38	5,82	8,55
Kwiecień	1,05	0,00	0,00	0,00	15,10	3,61	17,70	4,44
Maj	2,65	0,00	0,00	0,00	27,10	2,78	7,93	29,32
Czerwiec	2,33	0,00	0,00	0,00	19,40	2,05	3,28	19,04
Lipiec	2,15	0,00	0,00	0,00	32,10	3,60	16,33	22,20
Sierpień	1,24	0,00	0,00	0,00	26,70	4,76	31,65	10,35
Wrzesień	1,70	0,00	0,00	0,00	24,10	3,42	12,83	16,23
Październik	1,45	0,00	0,00	0,00	31,10	4,42	22,59	18,46
Listopad	1,35	0,00	0,00	0,00	21,20	3,82	15,14	13,19
Grudzień	0,65	0,00	0,00	0,00	7,10	2,87	7,95	2,08

Źródło: opracowanie własne.

⁵⁹ W tym wypadku wykorzystano dane miesięczne z lat 1951-2015.⁶⁰ Wartości statystyk w tym wariantcie zostały oszacowane na podstawie danych dziennych z lat 2012-2015.



Rysunek 4.19. Rozkład dziennych wielkości opadów w styczniu i lipcu w Rzeszowie w latach 2012-2015

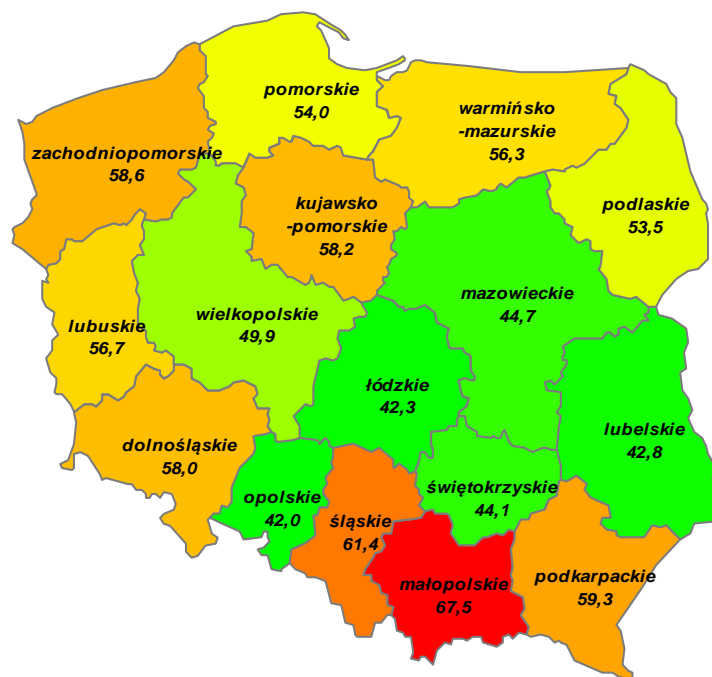
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.10. Testy rozkładów dziennych wielkości opadów dla miasta Rzeszowa dla poszczególnych miesięcy

	Log-normalny		Gamma		Weibulla			
	Chi-kwadrat	p-value	Chi-kwadrat	p-value	Cramer-von Mises	p-value	Anderson-Darling	p-value
Styczeń	9,36	0,02	10,64	0,01	0,057	>0,25	0,459	>0,25
Luty	3,27	0,20	2,38	0,30	0,044	>0,25	0,394	>0,25
Marzec	4,01	0,26	1,39	0,71	0,037	>0,25	0,281	>0,25
Kwiecień	2,70	0,26	5,52	0,06	0,048	>0,25	0,378	>0,25
Maj	2,13	0,34	0,43	0,80	0,034	>0,25	0,327	>0,25
Czerwiec	9,26	0,01	8,85	0,01	0,103	0,092	0,702	0,065
Lipiec	4,16	0,12	0,70	0,71	0,036	>0,25	0,255	>0,25
Sierpień	15,53	0,00	10,96	0,00	0,152	0,020	1,026	<0,01
Wrzesień	5,74	0,02	3,07	0,08	0,061	>0,25	0,368	>0,25
Październik	---	---	3,58	0,06	0,091	0,142	0,617	0,100
Listopad	---	---	5,10	0,02	0,231	<0,01	1,683	<0,01
Grudzień	1,59	0,45	3,73	0,15	0,112	0,069	0,748	0,047

Źródło: opracowanie własne.

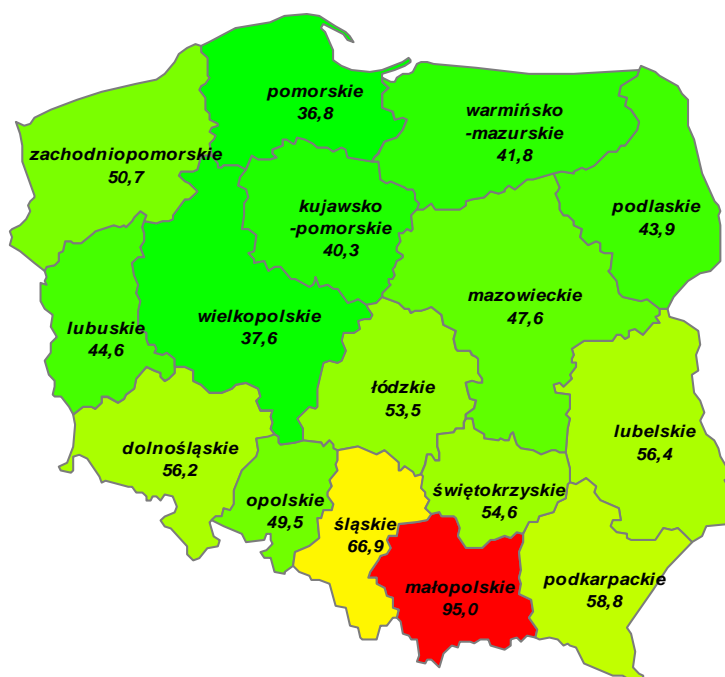
Rozpatrując kwestię wielkości opadów w poszczególnych latach w przekroju województw, należy ponadto stwierdzić, że dla średniej miesięcznej sumy tego czynnika dominującym pod względem wielkości jest województwo małopolskie (przykładowe wartości prezentują rysunki 4.20 i 4.21). W każdym jednak analizowanym roku największa liczba opadów jest rejestrowana właśnie w tym województwie. Troszkę mniejszy, lecz równie wysoki poziom rejestrują jego bezpośrednie satelity, tj. odpowiednio województwo śląskie i podkarpackie. W pozostałych przypadkach pewne tendencje nie są na tyle wyraźne, aby formułować co do nich istotne wnioski.



Rysunek 4.20. Wartość przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w przekroju poszczególnych województw dla 2012 r., w mm

Źródło: opracowanie własne.

W dotychczasowych rozważaniach brak jest informacji na temat podobnych analiz dla procentowych zmian rozpatrywanych czynników pogodowych. Dla danych temperaturowych tego typu analiza jest o tyle utrudniona, gdyż zmienna ta przyjmuje często wartości ujemne. Nie znaczy to jednak, że nie jest to możliwe (Wawrzyniak i Zwolankowska, 1998). Dokonując chociażby przeskalowania, można wnioskować, że wskazane procentowe zmiany wartości temperatury mają rozkłady symetryczne. Potwierdzeniem tego są głównie wartości współczynnika skośności, które to oscylują wokół zera. W większości przypadków można mówić o zbliżeniu rozkładów do rozkładu normalnego.



Rysunek 4.21. Wartość przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w przekroju poszczególnych województw dla 2014 r., w mm

Źródło: opracowanie własne.

Odnosząc podobną analizę do prędkości wiatru, można podkreślić, że rozkłady przyrostów przeciętnej jego wartości są symetryczne. Ewentualne różnice wynikają z poziomu koncentracji, czyli kurtozy. Trudno jest jednak wskazać rozkład, który określałby zachowania tego typu stóp zwrotu. W niektórych przypadkach można przybliżyć ten rodzaj przyrostów rozkładem normalnym. Nie jest to jednak tendencja powszechna.

Jeszcze mniej jednoznaczne wyniki wskazuje analiza rozkładu przyrostu wielkości opadów. Mimo quasi-symetryczności stóp zwrotu wielkość miary skupienia jest na tyle znaczna, że brak jest możliwości dopasowania konkretnego typu rozkładu. Na poziomie istotności 0,05 każda próba dopasowania rozkładu symetrycznego, np. Studenta, normalnego czy też Fishera-Tippetta, powoduje odrzucenie hipotezy o zgodności danych.

Reasumując dotychczasowe spostrzeżenia, należy stwierdzić, że w przypadku analiz danych temperaturowych powinno się wziąć pod uwagę ewentualne trendy oraz sezonowość. Istotne staje się także uwzględnienie sezonowych wahań zmienności. Nie bez znaczenia jest również sprawa występowania efektu ARCH, który to potwierdzają wyniki testu Engla, wskazując na występowanie heteroskedastyczności warunkowej.

Analogiczne założenia dotyczą czynnika prędkości wiatru. Różnice w stosunku do temperatury wynikają jednak z samego rozkładu cechy, który w przypadku prędkości wiatru jest silnie asymetryczny prawostronnie, przy czym rozkłady temperaturowe są raczej symetryczne. Trudno jest jednak jednoznacznie stwierdzić w obydwu przypadkach podobieństwo do znanych powszechnie typów rozkładów. Ważna jest również kwestia efektu autokorelacji danych. W obydwu analizowanych walorach bazowych zjawisko to ma miejsce, jednak inny jest jego charakter dla danych miesięcznych, a inny dla danych dziennych.

Traktując opady (deszczu i śniegu) łącznie, należy wyraźnie podkreślić ich dyskretny charakter. Gdyby podejść do problemu rozdzielnie, wniosek nie uległby zmianie. Ponadto również w tym wypadku mamy do czynienia z sezonowością w średniej, jak i zmienną i sezonową wariancją. Dokonując także analiz efektu ARCH za pomocą testu Engla, należy stwierdzić jego występowanie.

4.3

Charakter zmienności indeksów pogodowych

Pogoda wpływa na podmioty gospodarcze w różny sposób. W celu zabezpieczenia tych różnych rodzajów zagrożeń, pogodowe instrumenty pochodne oparte są na różnorodnych zmiennych pogodowych i mogą zależeć od więcej niż jednej takiej zmiennej.

Potencjał inwestycyjny pogodowych instrumentów pochodnych opisuje w swojej publikacji J. Preś (2007). W przeprowadzonych badaniach udowadnia, że w celu zabezpieczenia się przed ryzykiem niekorzystnych warunków pogody stosuje się najczęściej instrumenty pochodne oparte na indeksach temperaturowych. Jak dowodzi J. Preś, główną ich zaletą jest niezależność od rynków finansowych. Taki stan rzeczy wynika również z tego, że techniką inwestowania, którą można w przypadku terminowych kontraktów pogodowych zastosować, jest analiza portfelowa (analiza techniczna nie ma w tym wypadku racji bytu, gdyż indeksy pogody, będące walorem bazowym instrumentów pochodnych, są kształtowane przez naturę, a nie przez popyt i podaż). Rozwój globalizacji oraz postęp technologiczny powoduje, że rynek kapitałowy w skali globalnej jest coraz częściej postrzegany jako system naczyń połączonych. Tymczasem analiza portfelowa nakazuje optymalizować portfel przez włączanie do niego składników o największej oczekiwanej stopie zwrotu i jednocześnie najmniejszej korelacji między nimi. Takie własności mają wspomniane indeksy temperaturowe.

Analizując wybrane kombinacje portfeli, J. Preś dowodzi, że włączając do portfela instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD, uzyskuje się lepsze wyniki niż gdyby dodano dwa inne walory finansowe. Przy danym poziomie ryzyka najlepszą rentowność uzyskuje się zawsze z portfela, w którego skład wchodzi instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD. Rentowność portfela bazowego po dodaniu dwóch instrumentów opartych na indeksach HDD/CDD wzrasta średnio o 20%, podczas gdy dodanie dwóch innych walorów

rynku kapitałowego powoduje przeciętny wzrost rentowności całego portfela za ledwie o 8%.

Najczęściej stosowanym czynnikiem pogodowym jest zatem temperatura, podawana jako wartość godzinowa, dzienne minimum lub maksimum bądź w (najczęściej spotykanej) postaci średnich dziennych.

W większości krajów średnia dzienna jest określona jako punkt środkowy minimalnego i maksymalnego dziennego poziomu temperatury. W niektórych jednak krajach wartość ta określana jest jako średnia ważona więcej niż dwóch wartości temperatury dziennie. Szacuje się ją wówczas przy uwzględnieniu trzech, dwunastu, dwudziestu czterech lub większej liczby dziennych wartości. Dokładny czas, w którym mierzy się minimalną i maksymalną temperaturę oraz dokładne określenie minimalnego i maksymalnego poziomu, również różni się w zależności od kraju. Aby uczestniczyć w rynku pogodowym, należy dokładnie zbadać konwencje pomiarów pogodowych w każdym z nich (Jewson i Brix, 2010).

Wartości indeksów, o których mowa, dla określonego dnia obliczane są według następujących formuł (Göncü, 2012):

$$HDD_i = \max(18^\circ\text{C} - T_i, 0) \quad (4.1)$$

$$CDD_i = \max(T_i - 18^\circ\text{C}, 0) \quad (4.2)$$

gdzie symbol T_i oznacza średnią dzienną temperaturę.

Wartości indeksów HDD oraz CDD dla całego okresu rozliczeniowego są obliczane jako suma ich dziennych wartości objętych tym okresem, tj. (Zeng, 2000):

$$HDD_n = \sum_{i=1}^n HDD_i \quad (4.3)$$

$$CDD_n = \sum_{i=1}^n CDD_i \quad (4.4)$$

gdzie n jest liczbą dni w przyjętym okresie.

Wynika zatem, że indeksy te są niemalejące w całej swej dziedzinie. Ponadto tak skonstruowane indeksy w miesiącach zimowych (HDD) i letnich (CDD) noszą cechy indeksów azjatyckich i mają charakter liniowy⁶¹. W miesiącach, w których przeciętna temperatura dnia może być wyższa od 18°C , indeks HDD ⁶² staje się

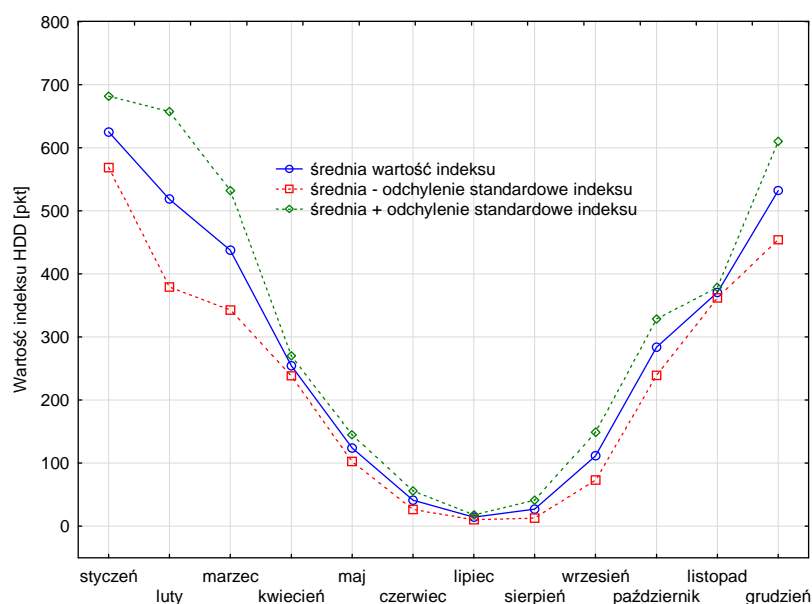
⁶¹ Określenie „charakter liniowy” oznacza, że dzienne wartości indeksu są funkcją liniową dziennych wartości zmiennej opisującej pogodę, np. średniej temperatury powietrza. Instrumenty azjatyckie są rozliczane na podstawie wartości średniej waloru bazowego w zadanym okresie.

⁶² Indeksy HDD i CDD są głównymi stosowanymi indeksami w obrocie giełdowym. W warunkach europejskich wykorzystuje się jednak również indeks CAD (*Cumulative Average Temperature*) oraz $Frost Days$, na rynku japońskim indeks MAT (*Monthly Average Temperature*).

nieliniowy i nie można go obliczyć na podstawie średniej temperatury z danego okresu (odwrotnie ma się sprawa dla indeksu *CDD*).

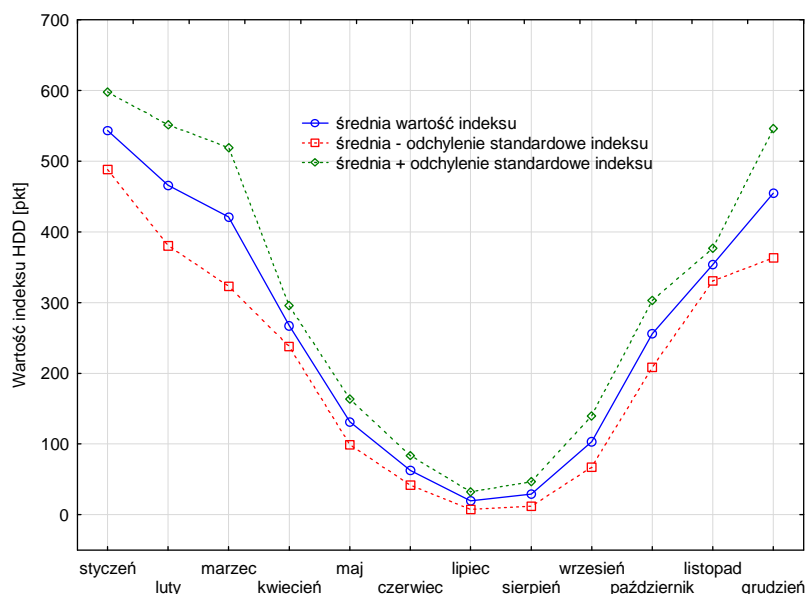
Bez względu na rodzaj indeksów temperaturowych, będących podstawą rozliczeń terminowych kontraktów pogodowych, stwierdza się, że cechują się one sezonowością zarówno w kontekście średniej indeksu, jak i zmienności. Są to istotne informacje z punktu widzenia wyceny dowolnego instrumentu opartego na tego typu indeksie. O ile tzw. sezonowość w średniej nie ma większego znaczenia, gdyż ceny wykonania instrumentów pochodnych uwzględniają w tym wypadku sezonowe zmiany temperatury, o tyle sezonowość zmienności tychże indeksów już ma. Jej wielkość wpływa bowiem na wycenę. Sezonowość zmienności indeksów pozwala ustalić ewentualne prawidłowości charakterystyczne dla danego rynku.

Wspomnianą sezonowość w średniej obrazują odpowiednio rysunki 4.22 i 4.23. Poza wartością oczekiwaną (zobrazowaną na przykładzie indeksu *HDD*) na prezentacji graficznej widoczna jest także zmienność absolutna tego indeksu. Zmienność absolutna jest wysoka w miesiącach zimowych, podobnie jak wartość przeciętna samego indeksu, odwrotna tendencja jest natomiast w miesiącach letnich. Spadkowi wartości indeksu towarzyszy również spadek jego zmienności.



Rysunek 4.22. Wartości oczekiwane indeksu *HDD* wraz z ich odchyleniami w poszczególnych miesiącach roku w Rzeszowie w latach 2012-2016

Źródło: opracowanie własne.



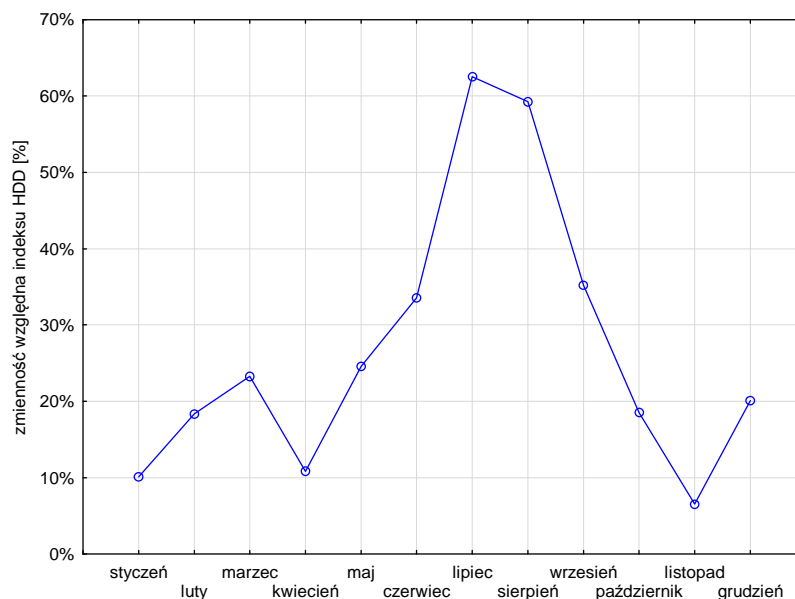
Rysunek 4.23. Wartości oczekiwane indeksu *HDD* wraz z ich odchyleniami w poszczególnych miesiącach roku w Szczecinie w latach 2012-2016

Źródło: opracowanie własne.

Zmienność absolutna indeksów jest mniejsza od spadku wartości przeciętnej tych indeksów, w wyniku czego zmienność względna jest wyższa w miesiącach cieplejszych (rysunek 4.24). Wyraźnie rysuje się prawidłowość, że wraz ze wzrostem wartości indeksu rośnie zmienność absolutna, a maleje zmienność względna. W przypadku spadku wartości *HDD* relacje te są odwrotne, wówczas obserwuje się spadek zmienności absolutnej i wzrost zmienności względnej. Co ważne, zaobserwowana tendencja jest analogiczna do innych indeksów temperaturowych będących podstawą rozliczeń finansowych instrumentów pochodnych⁶³. Cykliczność jej powtarzania ma znaczenie zarówno dla wyceniających tego typu instrumenty, jak i dla inwestorów.

W celu zbadania ewentualnego wpływu wskazanych prawidłowości na rynek pogodowych instrumentów pochodnych należy przeanalizować formuły określające zarówno wartość wypłaty, jak i cenę kupna-sprzedaży. Jest to o tyle istotne, gdyż miary rentowności mają charakter miar względnych, co też pozwala założyć, że instrumenty oparte na indeksach temperaturowych są bardziej ryzykowne w poszczególnych okresach roku ze względu na rosnącą zmienność względną. Jak wskazano wcześniej, prawidłowość ta przekłada się istotnie na wycenę instrumentu opartego na tego typu indeksach.

⁶³ W badaniach uwzględniono dane temperaturowe dla 16 miast wojewódzkich w Polsce. Pod uwagę wzięto indeksy *HDD*, *CDD* oraz *CAD*.



Rysunek 4.24. Kształtowanie się względnej zmienności indeksu *HDD* w poszczególnych miesiącach roku w Szczecinie w latach 2012-2016

Źródło: opracowanie własne.

Formułę opisującą cenę finansowego instrumentu pochodnego warunkuje oczekiwana wartość wypłaty z uwzględnieniem ryzyka (Henderson, 2002). Przedstawia się ona następująco:

$$C = E(P) + R(P) \quad (4.5)$$

gdzie: $E(P)$ – wartość oczekiwanej wypłaty,

$R(P)$ – czynnik odzwierciedlający niepewność wypłaty, traktowany jako zmienna losowa o parametrach średniej zero oraz wariancją uwzględniającą całkowite ryzyko kontraktu.

Tym samym cena kupna-sprzedaży takiego instrumentu może mieć postać:

$$C_{\frac{\text{kupna}}{\text{sprzedaży}}}(t) = D(t, T) \left[E(P) \pm F_{\frac{\text{kupna}}{\text{sprzedaży}}}(R(P)) \right] \quad (4.6)$$

gdzie: $D(t, T)$ – czynnik dyskontujący wartość instrumentu z T do okresu wyceny t ,

$F_{\frac{\text{kupna}}{\text{sprzedaży}}}$ – funkcja reprezentująca skłonność wyceniającego do ryzyka.

Zmieniając nieco postać równania (4.6) oraz uwzględniając w nim zależność wypłaty z instrumentu pochodnego od indeksu bazowego, formuła ceny instrumentu przyjmuje postać:

$$C_{\frac{\text{kupna}}{\text{sprzedaży}}}(t) = D(t, T)(\mu \pm \alpha \cdot \sigma) \quad (4.7)$$

gdzie: μ – oczekiwana wartość indeksu,
 α – indywidualny współczynnik skłonności do ryzyka,
 σ – zmienność względna instrumentu⁶⁴.

Reasumując, wskazane tendencje w odniesieniu do zmienności indeksów opartych na wartościach temperatury mają odzwierciedlenie w wartościach pogodowych instrumentów pochodnych. Zauważone prawidłowości pozwalają na większą przewidywalność inwestycji w te właśnie instrumenty. Stąd też rynek pogodowych kontraktów terminowych często określany jest mianem „dobrze zachowującego się” (*well behaved*) (Zeng i Perry, 2002).

W celu potwierdzenia słuszności opisanych spostrzeżeń⁶⁵ należałoby dokonać ich weryfikacji w zakresie kształtowania się rzeczywistych cen instrumentów. Jest to o tyle obecnie problematyczne, że mamy do czynienia z kwestią krótkiej historii rynku pogodowych instrumentów pochodnych, ograniczonym dostępem oraz relatywnie niską płynnością na rynku opcji pogodowych. Należałoby zastanowić się także nad uwzględnieniem tych prawidłowości przy ustalaniu wielkości depozytów gwarancyjnych.

⁶⁴ W przypadku indeksów temperaturowych stosowanych na rynku ich rozkłady zbliżone są do normalnego. Wówczas zmienność względna indeksu może być mierzona odchyleniem standardowym. Rozkłady indeksów tworzonych z uwzględnieniem innych cech pogody wymagają stosowania innych miar.

⁶⁵ Ewentualna weryfikacja prawidłowości, że indeksy temperatury będące podstawą rozliczania finansowych instrumentów pochodnych oprócz oczywistej sezonowości w średniej wykazują także prawidłowość w kształtowaniu się zmienności tych indeksów – jest trudna do przeprowadzenia w warunkach polskich ze względu na problemy w pozyskiwaniu danych. Nawet ewentualne ich otrzymanie skutkuje tym, że przedstawione pogodowe szeregi czasowe dla danych dziennych są zbyt krótkie. Wszelkie przeprowadzone analizy tego typu były prowadzone dla danych pochodzących z rynku amerykańskiego. Przykład takich badań można znaleźć chociażby w opracowaniach J. Presia (2007).

Metody analizy ryzyka rynkowego w warunkach pogodowych

Dokonując analiz pomiaru ryzyka pogodowego, warto nawiązać do charakterystyki czynników pogodowych przedstawionych w poprzednim rozdziale. Istotny zdaje się podział na zmienne pogodowe o charakterze ciągłym i skokowym. W pierwszym przypadku w odniesieniu do instrumentów pochodnych zastosowanie mają wszelkiego rodzaju kontrakty *futures* oraz opcje tego samego typu. Jeśli jednak weźmie się pod uwagę skokową naturę instrumentów, należałoby sięgnąć po opcje binarne.

Rodzaj czynnika pogodowego jest niezwykle istotny w procesie ewentualnego wnioskowania. W przypadku nieekstremalnych zdarzeń pogodowych, a takie są tutaj rozpatrywane, większość analizowanych walorów należałoby jednak zakwalifikować do pierwszej grupy. Chodzi tutaj głównie o temperaturę czy prędkość wiatru. Kontrowersje może budzić czynnik pogodowy w postaci wielkości opadów, gdyż w rozbiciu na opady deszczu i śniegu zauważa się wystąpienie danego zjawiska bądź też nie. W przypadku łącznego traktowania tego waloru bazowego tego typu wnioskowanie ulega pewnemu „rozmyciu” ze względu na to, że w przypadku obserwacji dobowych brak jakichkolwiek opadów na danym obszarze jest raczej sporadyczny. Odrębną kwestią jest wielkość zarówno obszaru branego pod uwagę, jak i okresu, w jakim analizuje się opady. Wynika to z tego, że jeśli przejdzie się do analiz danych miesięcznych czy też rocznych tego typu spostrzeżenia stają się nieaktualne (zawsze występuje obserwacja o wartości różnej od zera).

Wyrażnie odmienne w tym kontekście są zjawiska nierozpatrywane w niniejszej publikacji, których częstotliwość jest sporadyczna, a skutki ich występowania raczej ogromne, jak np. huragany. Charakter już samego indeksu stosowanego w tym wypadku jest odmienny od tych, jakie mają zastosowanie chociażby w przypadku temperatury, czyli *HDD* (*Heating Degree Days*) czy też *CDD* (*Cooling Degree Days*). Typowym miernikiem huraganów jest indeks *CHI – CME*⁶⁶ (*Hurricane Index*), który odnosi się do kwestii pomiaru niszczącej siły wybranego huraganu. Zastosowane w tym wariacie wspomniane opcje binarne dają pełną, uzgodnioną wcześniej stałą kwotę.

Jak podają Ch. Toeglhofer, R. Mestel oraz F. Pretenthaler (2012), tzw. ocena ryzyka pogodowego odnosi się do dwóch istotnych kwestii: wskazuje na ekonomiczny wpływ zmian pogody i klimatu, stopień wykorzystania pochodnych instrumentów pogodowych w redukcji ryzyka pogodowego oraz adaptacyjnej strategii zmian klimatu. Ciekawa zatem staje się kwestia wcielenia metod pomiaru ryzyka rynkowego w warunki ryzyka pogodowego. Wszelkie próby zmierzające do wskazania skali zagrożeń pogodowych przy założonym z góry prawdopodobieństwie mogą być niezwykle istotne, zarówno na rynku terminowych kontraktów pogodowych, jak i w ogólnym przewidywaniu zdarzeń określonych czynników pogody. Bez względu na to, która z koncepcji byłaby rozpatrywana, ma silne przełożenie na ekonomiczny charakter negatywnych zmian w pogodzie.

⁶⁶ CME – *Chicago Merchantile Exchange*.

Niezwykle pomocne może się okazać wykorzystanie tzw. metod przedziałowych, jak powszechnie stosowana w świecie finansów metodologia wartości narażonej na ryzyko (*Value-at-Risk*) bądź też analiza *bootstrap*. Jednak głównym celem, jaki stawia sobie autor niniejszej monografii, jest nie tyle zbadanie finansowego wpływu nietypowych zmian czynników pogodowych, lecz wskazanie równie dużej skuteczności przewidywania przyszłych stanów pogodowych instrumentów bazowych w relacji do tradycyjnych metod wyznaczania tego typu prognoz. W związku z tym pominięto bardziej złożone kwestie, takie jak np. ekspozycja na ryzyko.

Koncepcja przedstawiona w dalszej części publikacji jest nieco odmienna od tej poruszanej np. w pracy F. Pretenthalera, J. Köberla i D. Neil Birda (2016), choć można by ją nazwać w kontekście wartości narażonej na ryzyko ujęciem *Weather-VaR* bądź, mając na myśli analizę bootstrapową, *Weather-bootstrap*. Ma ona na celu pokazanie, że wymienione metody (głównie *VaR*) są elastyczną koncepcją modelowania przyszłych stanów meteorologicznych, co przekłada się m.in. na bardziej precyzyjną wycenę pogodowych instrumentów pochodnych czy znacznie większą przewidywalność stanów czynników pogodowych w niedalekiej przyszłości. Pozwala to zarówno na bardziej skuteczną „walkę” z zagrożeniami pogodowymi, zarówno w konkretnych sektorach gospodarki, jak i w tzw. procesie zarządzania kryzysowego.

W całym tym procesie interesujące jest to, że w ostatnim czasie intensyfikacja działań mających na celu zwiększenie pewności co do „pewnych zachowań pogodowych” jest naprawdę duża. Coraz bardziej widoczne staje się podejście zgłębiania wiedzy na temat zmian czynników atmosferycznych i ich wpływu na wyniki finansowe podmiotów gospodarczych. Różne próby modelowania tego typu zjawisk poruszają w swych pracach liczni naukowcy, m.in. M. Caporin i J. Preš (2013), J. Köberl, F. Pretenthaler i D. Neil Bird (2015), J. Svec i M. Stevenson (2007), F. Benth i J. Benth (2005). Coraz bardziej zauważalne jest zainteresowanie tą tematyką.

Podjęmowana próba przeniesienia rynkowych miar analizy ryzyka w warunki pogodowe może się więc okazać o tyle ciekawa, że zamiast ograniczać się wyłącznie do charakterystyki zmienności czynników pogodowych oraz analiz wpływu pojedynczych elementów na te właśnie zmienne dużo bardziej interesujące staje się podejście uwzględniające prawdopodobieństwo wystąpienia ewentualnych negatywnych zawirowań, jak i określenie stopnia wrażliwości w tym zakresie. Poprawia to znacznie tzw. porównywalność ryzyka, a także podnosi jakość informacji. Dodatkowo, przy wykorzystaniu optymalnych koncepcji modelowania, otrzymujemy narzędzia elastyczne na zmieniające się w danym momencie warunki atmosferyczne. Nawet jeśli przewidywania nie uwzględniają zmian pogodowych w czasie rzeczywistym, to opóźnienie, jakie w tym wypadku występuje, nie jest spore, co można uznać za faktyczną, bieżącą reakcję na zmieniające się cyklicznie warunki. Szybka reakcja na te często niekorzystne warunki pogodowe pozwala w znacznym stopniu ograniczyć straty w sektorach, które mają przychody uzależnione od stanów pogody.

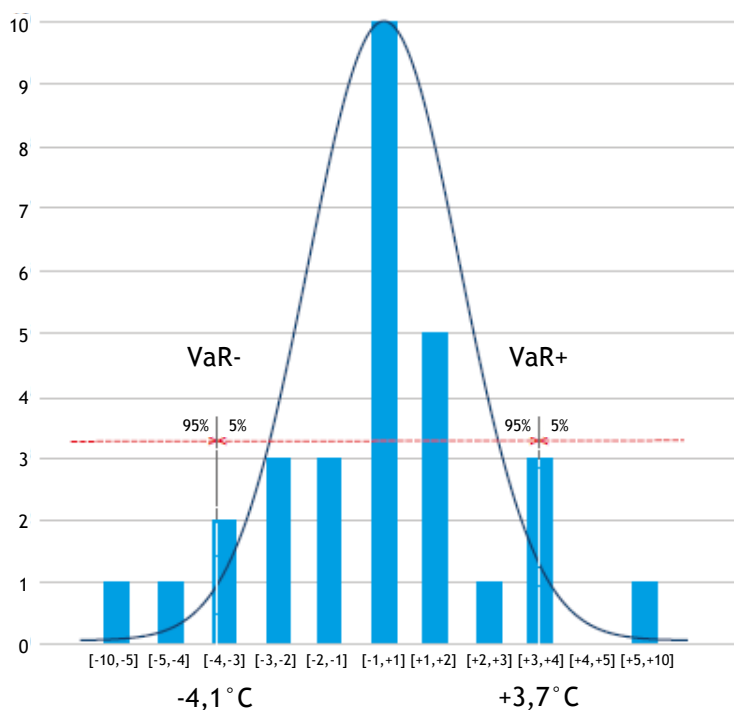
5.1

Zarządzanie ryzykiem pogodowym w ujęciu *Weather-VaR*. Założenia modelowania wartości zagrożonej

Zgłębiając proces zarządzania ryzykiem pogodowym napotyka się często na problem braku wiedzy nie tyle na temat wpływu odchyleń od normy, ile na kwestie wskazania najgorszego scenariusza (maksymalnego ryzyka, na jakie wystawia

się inwestycje w związku z fluktuacją danego czynnika pogody). Dylematy te doskonale rozwiązuje koncepcja wartości zagrożonej, dość powszechnie stosowana w przypadku ryzyka rynkowego.

Wartość narażona na ryzyko (*VaR*) w swej strukturze jest miarą maksymalnej potencjalnej straty w danym okresie w ramach danego przedziału ufności, zasadniczo 95%, co formalnie koresponduje z wartością dwóch odchyłeń standardowych (rysunek 5.1). Innymi słowy, *VaR* jest miarą, która nie przewiduje najgorszych scenariuszy, lecz maksymalne straty, o ile zmienność instrumentu bazowego pozostaje w granicach, np. wspomnianych dwóch σ . Miara ta jest więc rozumiana jako wartość odpowiedniego percentyla lub, jak ktoś woli, punktu odcięcia określonej funkcji gęstości. Należy przy tym pamiętać, że zgodnie z definicją *VaR* odnosi się do lewego „ogona rozkładu”. Przykładowo, w kontekście dochodów danego przedsiębiorstwa, biorąc pod uwagę roczne okresy, strata z prawdopodobieństwem 5% hipotetycznie wystąpi raz na dwadzieścia lat. Jednocześnie firma otrzymuje w tym wypadku informację, że w 95% taka strata nie zostanie przekroczona w ciągu tych dwudziestu lat.

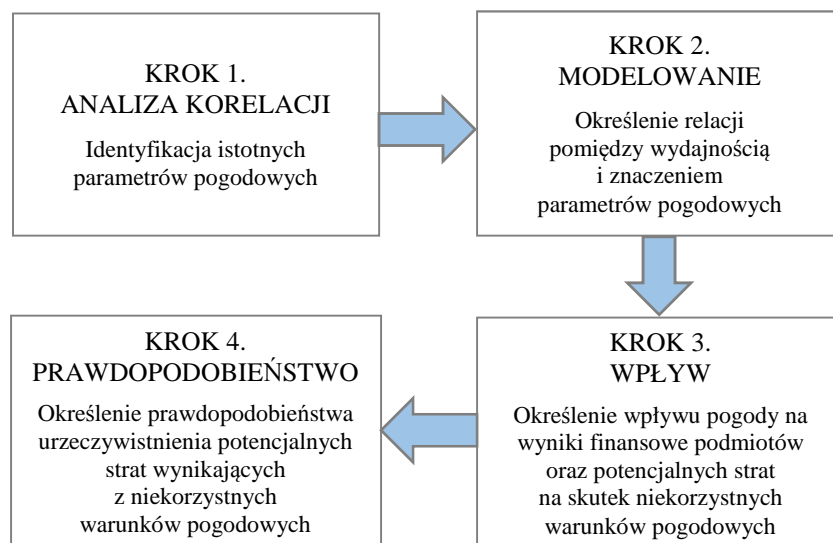


Rysunek 5.1. Schematyczne zobrazowanie idei *Weather-VaR* na przykładzie zmian temperatury – jesienią

Źródło: opracowanie własne.

Wdrożenie wartości narażonej na ryzyko w warunki pogodowe przyczynia się do ilościowego określenia zagrożeń występujących po stronie natury. Koncepcja, nazwana przez autora *Weather-VaR*, pozwala lepiej ocenić inwestycje związane z klimatem. W jej istocie chodzi o to, aby przekształcić nieprzewidywalną pogodę w jeden wykonalny, obiektywny, łatwy do zrozumienia system metryczny. Pogodowa wartość narażona na ryzyko to skupienie uwagi na zmienności czynników pogodowych, określanej jako obserwowane odchylenie stanów pogodowych od normalnej, długoterminowej wartości. *Weather-VaR* to w najprostszym ujęciu w znacznym stopniu obiektywna i ilościowa zarazem metoda określająca wartość potencjalnych maksymalnych zmian spowodowanych zagrożeniem klimatycznym w horyzoncie czasowym istotnym dla przedsiębiorcy, inwestora. Dzięki identyfikacji zmian klimatu koncepcja ta pozwala znacznie złagodzić ryzyko pogodowe w krótkim okresie, jak również wdrożyć odpowiednie strategie biznesowe w celu zbudowania długoterminowej odporności na zmiany klimatyczne (wykorzystując instrumenty finansowe, jak instrumenty pochodne, bądź produkty ubezpieczenia pogodowego).

Odnosząc się do wartości zagrożonej, można zdefiniować samo ryzyko pogodowe jako potencjalne straty wynikające ze zmienności pogody dla danego okresu w określonym przedziale ufności. Całkowite ryzyko pogodowe jest tym samym sumą wszystkich tego typu rodzajów ryzyka z uwzględnieniem ewentualnych korelacji pomiędzy zmianami pogodowymi. Powiązanie *Weather-VaR* z ryzykiem pogodowym i procesem jego zarządzania jest zatem intuicyjne i można je zobrazować, posługując się rysunkiem 5.2.



Rysunek 5.2. Schematyczne zobrazowanie procesu zarządzania pogodowego z uwzględnieniem metodologii *Weather-VaR*

Źródło: opracowanie własne.

Krok pierwszy procesu to tworzenie bazy zmiennych pogodowych mających wpływ na działalność podmiotu oraz systematyczna analiza krzyżowa danych firmy ze zmiennymi pogodowymi. Takie postępowanie ma na celu wybór czynników pogodowych, które mają statystycznie istotny wpływ na wyniki danego przedsiębiorstwa (na sprzedaż, zysk, koszty itp.). W większości przypadków jedna bądź dwie zmienne pogodowe wystarczy, aby uchwycić wpływ pogody na podmiot.

Kolejny etap odnosi się do modelowania relacji pomiędzy zmiennymi atmosferycznymi wyodrębnionymi w pierwszym etapie (tabela 5.1). Podkreślić tutaj należy, że zależność pomiędzy pogodą a działalnością gospodarczą nie zawsze jest liniowa⁶⁷. Dodatkowo mogą istnieć wartości progowe dla danego czynnika pogodowego, w których to dany faktor ma wpływ na wynik finansowy podmiotu, a poniżej bądź powyżej którego taki wpływ jest znikomy. Klasycznym tego przykładem może być konsumpcja piwa. Podobnie jak w pierwszym etapie, testujemy różne rodzaje modeli, tak by znaleźć relacje, które najlepiej pasują do wydajności firmy.

Etap trzeci to analiza danych historycznych. W tym wypadku jest dokonywana analiza w ujęciu przeciętnej i maksymalnej straty spowodowanej niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi. Średnia strata określana jest jako średnia arytmetyczna wszystkich negatywnych skutków w danym okresie, np. w ciągu kilku lat. Z kolei maksymalna strata odnosi się do najbardziej niekorzystnych warunków pogodowych w analizowanym horyzoncie czasu. Niebagatelne znaczenie mogą mieć rynkowe miary ryzyka opracowane przez RiskMetrics™. Chodzi tutaj głównie o elementy metodologii *RiskGrades*, jak *Worst-Case Performance – WPC*⁶⁸, *Worst Losing Streak – WLS*⁶⁹, *eXpected Loss – XL*⁷⁰ itp. (Mentel, 2012).

⁶⁷ Szacuje się, że w przypadku gospodarki niemieckiej średnio 66% sektora detalicznego jest zależna od pogody. Odnosząc tę relację odpowiednio do pór roku, otrzymujemy dla wiosny 61%, lata 67%, jesieni 67% i zimy 67%. Dla samego czynnika temperaturowego (przedstawionego w tabeli 5.1) korelacje te są na poziomie 50% dla wiosny, 39% dla lata, 39% dla jesieni i 50% dla zimy. Średnia wartość w tym przypadku oscyluje wokół 44%.

⁶⁸ Jest to empiryczna miara ryzyka rynkowego, którą można stosować np. dla portfela instrumentów finansowych, takich jak akcje. Informuje ona inwestora, jakie jest potencjalne ryzyko strat w wartości jego portfela w danym horyzoncie czasowym, jeśli powtórzy się ponownie najgorszy zakładany scenariusz (największy w danym horyzoncie czasowym historyczny spadek wartości). Jest to miara ryzyka dla długich horyzontów czasu i dla rynków funkcjonujących w „nie-normalnych” (niestandardowych) warunkach.

⁶⁹ Informuje ona inwestora, jakie jest potencjalne ryzyko strat w wartości jego portfela w długim horyzoncie czasu, jeśli powtórzy się ponownie, zaobserwowany w ostatnich kilku latach najgorszy scenariusz (największy możliwy spadek w wartości portfela). Definicja *WLS* jest podobna do *WPC*, jednak określenie horyzontu czasowego tym przypadku nie jest wymagane.

⁷⁰ Jest kolejną miarą ryzyka rynkowego dla portfela instrumentów finansowych w krótkim (jednodniowym) horyzoncie czasowym dla rynków funkcjonujących w „nie-normalnych” (niestandardowych) warunkach. Wyraża średnie (oczekiwane) straty jakie inwestor może ponieść w wartości swojego portfela w ciągu kolejnego dnia, pod warunkiem, że w tym dniu straty będą większe od zakładanych w scenariuszu i określanych poziomem „z”. Scenariusz zakłada, że tak duży ujemny zwrot powodujący straty na poziomie „z” jest sytuacją ekstremalną i pojawia się bardzo rzadko z przyjętym prawdopodobieństwem.

Tabela 5.1. Relacja wielkości sprzedaży i temperaturowego czynnika pogody dla wybranych sektorów gospodarki niemieckiej – korelacje

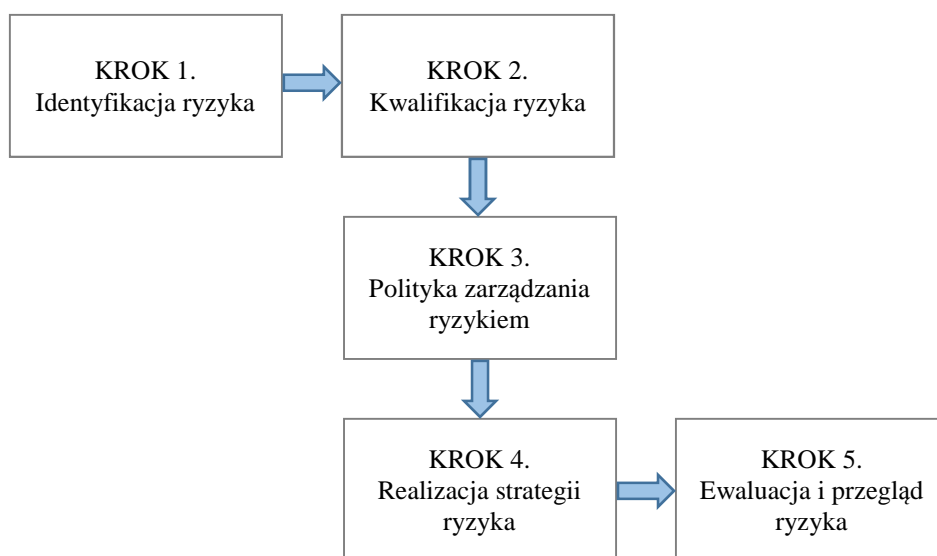
Wiosna	
Kwiaty, rośliny, nasiona, nawozy itd.	0,58***
Obuwie i artykuły skórzane	0,54***
Wyroby metalowe, farby i szkło	0,47***
Odzież	0,46***
Inne towary w wyspecjalizowanych sklepach	0,32***
Dywany, wykładziny, pokrycia ścienna i podłogowe	-0,25*
Meble, sprzęt oświetleniowy, artykuły użytku domowego	-0,28**
Zegarki i biżuteria	-0,32**
Elektryczne artykuły gospodarstwa domowego	-0,35***
Lato	
Supermarkety	0,26**
Inne towary w wyspecjalizowanych sklepach	-0,28**
Dywany, wykładziny, pokrycia ścienna i podłogowe	-0,35***
Odzież	-0,40***
Obuwie i artykuły skórzane	-0,47***
Sprzedaż wysyłkowa	-0,49***
Meble, sprzęt oświetleniowy, artykuły użytku domowego	-0,53***
Jesień	
Wyroby metalowe, farby i szkło	0,57***
Odzież	0,53***
Meble, sprzęt oświetleniowy, artykuły użytku domowego	0,45***
Kwiaty, rośliny, nasiona, nawozy itd.	0,40***
Elektryczne artykuły gospodarstwa domowego	0,33***
Obuwie i artykuły skórzane	0,30**
Sprzedaż wysyłkowa	0,28**
Inne towary w wyspecjalizowanych sklepach	0,26**
Dywany, wykładziny, pokrycia ścienna i podłogowe	0,23*
Supermarkety	-0,23*
Tekstylia	-0,22*
Domy handlowe, hipermarkety	-0,56***
Zima	
Wyroby metalowe, farby i szkło	0,57***
Odzież	0,53***
Meble, sprzęt oświetleniowy, artykuły użytku domowego	0,45***
Kwiaty, rośliny, nasiona, nawozy itd.	0,40***
Elektryczne artykuły gospodarstwa domowego	0,33***
Obuwie i artykuły skórzane	0,30**
Sprzedaż wysyłkowa	0,28**
Inne towary w wyspecjalizowanych sklepach	0,26**
Dywany, wykładziny, pokrycia ścienna i podłogowe	0,23*

Poziomy istotności korelacji określono odpowiednią liczbą gwiazdek. I tak poziomy 1%, 5% i 10% są oznaczone odpowiednio ***, ** i *

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J.-L. Bertrand, L. Hershey, M. Parnaudeau (2016), *Measuring and Managing Weather Variability. Protecting Businesses from Weather Risks*, Meteo Protect SAS.

Końcowe stadium procesu, określające prawdopodobieństwa urzeczywistnienia potencjalnych strat wynikających z niekorzystnych warunków pogodowych, to etap związany z *VaR*. Jak już wspomniano, pozwala ona na wskazanie tzw. wartości narażonej na ryzyko przy z góry założonym poziomie prawdopodobieństwa. Wartość zagrożona jest jednak wielkością mającą zastosowanie zarówno w trzeciej, jak i w czwartej fazie procesu, gdyż szacuje wielkość potencjalnych strat, jakie mogą wystąpić, oraz skalę prawdopodobieństwa ich realizacji.

Rysunek 5.2 potwierdza znaczne zbliżenie metodologii pogodowego zarządzania ryzykiem, z tym co jest powszechnie stosowane w procesie zarządzania ryzykiem rynkowym (patrz początkowe rozdziały). Również w tym wypadku firmy muszą podejmować próby systematycznej ewaluacji stosowanych metod w celu zapewnienia odpowiednich priorytetów oraz alokacji zasobów. Formalnie koncepcja ta zamyka się w pięciu krokach (rysunek 5.3).



Rysunek 5.3. Cykl zarządzania ryzykiem pogodowym

Źródło: opracowanie własne.

Zakładając, że metodologia wartości narażonej na ryzyko jest skutecznym narzędziem zarządzania ryzykiem pogodowym, należy zwrócić uwagę na analizę różnych koncepcji modelowania tej wielkości. Nie każde bowiem sposoby jej kalkulacji są jednakowo skuteczne, a nawet jednakowo atrakcyjne. Możliwość oszacowania *VaR* na kilka sposobów jest zarówno atutem, jak i przeszkodą, gdyż różnorodność podejść pozwala na wybór lepszych bądź gorszych koncepcji w tym zakresie. Z drugiej jednak strony wielość metod nie jest mile widziana, tym bardziej, że wiele z nich pozwala na estymację wielkości potencjalnych strat za pomocą zaawansowanego aparatu matematycznego.

Dokonując rozdzielenia różnych koncepcji *VaR*, należy wyróżnić trzy grupy. Pierwszą z nich stanowi grupa oparta na modelach opisujących „zachowanie się” instrumentów bazowych. Podejście tego typu wykorzystuje założenie, że procentowe zmiany analizowanych instrumentów cechują się pewnym rozkładem prawdopodobieństwa. Jednak założenie tego typu bywa czasem fałszywe, gdyż często trudno jest dopasować wspomniany rozkład. Wówczas z pomocą przychodzi druga grupa metod estymacji wartości narażonej na ryzyko, czyli metody nieparametryczne. Stanowią one swego rodzaju alternatywę dla bardziej zaawansowanych koncepcji. Często grupa ta kategoryzowana jest jako tzw. symulacyjna. Łącznikiem pomiędzy wymienionymi grupami jest kolejna klasa metod semiparametrycznych. W literaturze często zalicza się ją do metod nieparametrycznych, przez co nie zawsze wyróżnia się ją jako osobną kategorię (Mentel, 2012). Do tego dochodzą również modele hybrydowe będące kombinacją wymienionych (Mentel, 2008).

Rozpatrując wstępnie metody parametryczne estymacji wartości narażonej na ryzyko, należy podkreślić, że istnieje wiele modeli analitycznych opisujących fluktuację instrumentów. Modele te są głównie wdrażane przez analityków i inżynierów finansowych. Przesłanką pozwalającą na ich zróżnicowanie jest odmienne podejście do modelowania zakłóceń losowych (np. rozkład Normalny, GED czy też t-Studenta) oraz z samej metodologii obliczania wartości narażonej na ryzyko. Można tu wyróżnić grupę metod opartych na uogólnionych procesach autoregresyjnych wariancji warunkowej (np. typu GARCH(1,1)), modelach „powracania do średniej” (*Mean Reversion*) bądź też błędzenia losowego (*Random Walk*). Tych koncepcji jest oczywiście znacznie więcej.

Najczęściej stosowanym modelem w tej kategorii jest klasyczna koncepcja z dryfem z zakłóceniami losowymi modelowanymi za pomocą rozkładu normalnego, zwana powszechnie *RiskMetrics Normal Drift* (Longerstaey i Spencer, 1996). W modelu tym tzw. warunkowa wariancja dla dziennych zmian procentowych danego instrumentu (przy praktycznym założeniu, że ich wartość przeciętna jest równa zero) szacowana jest jako nieskończona średnia ruchoma z wagami wykładniczymi. Oszacowane na jego podstawie granice *VaR* (przy przyjętym poziomie istotności α) dla jednodniowego horyzontu czasowego będą miały w odniesieniu do określonych czynników pogodowych (w tym przypadku dla temperatury) postać:

$$T_{t-1} \cdot \exp(\mu + \sigma_t \cdot \tau_{N(0,1),\alpha/2}) \leq T_t \leq T_{t-1} \cdot \exp(\mu + \tau_{N(0,1),1-\alpha/2} \cdot \sigma_t) \quad (5.1)$$

gdzie: $\tau_{N(0,1),\alpha/2}$, $\tau_{N(0,1),1-\alpha/2}$ – kwantyle danego rzędu w rozkładzie normalnym.

Odpowiednie parametry modelu wyznaczamy metodą największej wiarygodności.

Dokonując charakterystyki kolejnej grupy metod symulacyjnych, należy dokonać jej rozróżnienia na symulację historyczną i Monte Carlo. Zaletą tej kategorii, przez niektórych traktowaną jako dość istotną, jest to, że skupia metody

nieparametryczne. Z jednej strony nie ma tutaj ograniczeń wynikających z konieczności przyjęcia założenia normalności, z drugiej unika się szacowania niektórych parametrów na podstawie danych historycznych. Chodzi tutaj m.in. o takie wartości, jak średnia czy też odchylenie standardowe.

Podejście historyczne do estymacji wartości zagrożonej jest prawdopodobnie najbardziej intuicyjną koncepcją jej szacowania. Wyznacza się ją na podstawie danych historycznych i empirycznego ich rozkładu. Model ten zakłada, że kształtowanie się ryzyka jest determinowane jego historycznym zachowaniem. Ten sposób obliczania *VaR* jest wrażliwy na ekstremalne zmiany w rozkładzie, w wyniku czego wartość narażona na ryzyko zmienia się w sposób „schodkowy” i wielkość ryzyka jest często niedoszacowana bądź też przeszacowana. Bardziej wiarygodny poziom hipotetycznych zagrożeń otrzymujemy w przypadku występowania „grubych ogonów” w rzeczywistym rozkładzie instrumentu. Jedną z ważniejszych zalet tej metody jest, że jest dużo prostsza w oszacowaniu w odróżnieniu do pozostałych. Dodatkowo należy podkreślić, że metoda ta wymaga dużej liczby danych, gdyż im większa ich liczba, tym większa dokładność. Problematiczne w tym wypadku jest jednak to, że obserwacje bardzo odległe są często nieaktualne.

Drugą wspomnianą metodą nieparametryczną jest symulacja Monte Carlo. W podejściu tym zakłada się hipotetyczny model opisujący mechanizm kształtowania się danego instrumentu. Przyjmuje się, że proces ten jest tzw. geometrycznym ruchem Browna. Stosując ten model, obserwuje się wiele wartości rozpatrywanych instrumentów (symulacji). W ten sposób generuje się rozkłady procentowych zmian instrumentów. Wyznaczenie następnie kwantyla tego rozkładu pozwala na bezpośrednie określenie wartości zagrożonej. Parametr samego procesu szacuje się na podstawie danych z przeszłości (Jajuga, Kuziak i Papla, 1999).

Trzecia wyszczególniona grupa metod semiparametrycznych, opiera się na teorii wartości ekstremalnych *Extreme Value Theory* (EVT), która zajmuje się rozkładami mającymi grube ogony. Zgodnie z tą metodą obserwacje skrajne pochodzą z innego rozkładu niż cały rozkład analizowanej zmiennej. Często stosowanymi w tym podejściu modelami są metody EKT (*Emmer, Klüppelberg, Trüstedt*) (Mentel, 2013), BM (*Block Maxima*) (Lindholm, 2015) oraz POT (*Peaks-Over-Threshold*) (Ghorbel i Trabelsi, 2008). Zasadniczo podejścia te oparte są na estymatorze Hilla bądź, jak w przypadku modelu POT, równie dobrze na założeniu, że ogon rozkładu zmian procentowych pochodzi z uogólnionego rozkładu Pareto (Osińska i Fałdziński, 2008).

Analizując kwestię modelowania ryzyka pogodowego za pomocą metodologii *VaR*, uwagę należy poświęcić determinantom odpowiedzialnym za szacunki otrzymane w wyniku jej wykorzystania, a co za tym idzie za jej skuteczność. Jest bowiem wiele kwestii, których „odpowiednie rozpatrzenie” polepsza znacznie jakość wskazań, jakie otrzymujemy w przypadku wartości zagrożonej.

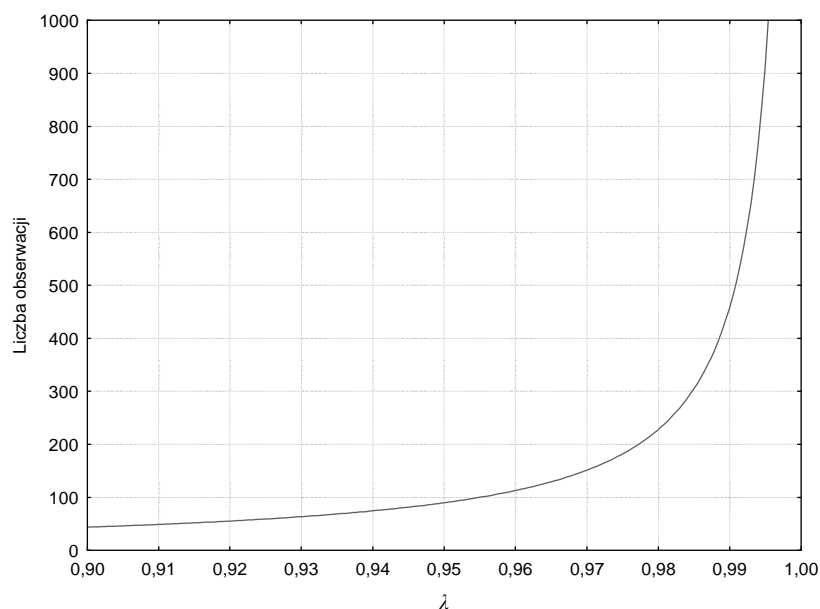
Istotnym elementem całej koncepcji jest liczba obserwacji historycznych, jakie należy wziąć pod uwagę, aby dobrze oszacować wartości przyszłych strat.

Występuje tu konieczność wyznaczenia tzw. minimalnej liczby obserwacji, jaka jest niezbędna do oszacowania estymatora odchylenia standardowego dla np. jednodniowych zwrotów wartości badanego instrumentu. Opierając się w tym wypadku na zależności opracowanej przez RiskMetrics™, można posłużyć się zależnością (Mentel i Brożyna, 2014):

$$n = \frac{\ln(\gamma_{tol})}{\ln(\lambda)} \quad (5.2)$$

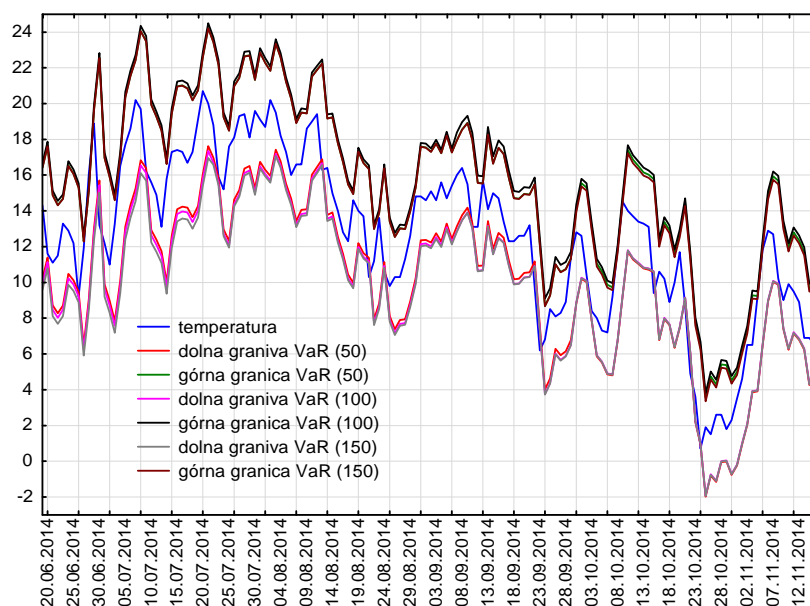
gdzie $0 < \gamma_{tol} < 1$ jest dostatecznie małym poziomem tolerancji, a λ stanowi stałą wygładzania.

Przyjmując zatem stałą wygładzania 0,97 przy poziomie istotności 0,01, otrzymujemy n oscylującą blisko wartości 150 (zakłada się wówczas dokładną wartość równą 151 obserwacji) (rysunek 5.4). Jeśli poziom tolerancji ustalimy jednak na 0,05, liczba obserwacji historycznych ulega znacznemu skróceniu do poziomu około n równego 100. Różnice w szacunkach wartości narażonej na ryzyko dla różnej liczby obserwacji historycznych uwzględnionych w jej estymacji obrazuje rysunek 5.5.



Rysunek 5.4. Liczba obserwacji historycznych jako funkcja stałej wygładzania λ

Źródło: opracowanie własne na podstawie: RiskGrades™ Technical Document, 2nd ed., February 2001.



Rysunek 5.5. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* metodą symulacji Monte Carlo (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie małopolskim dla różnej liczby obserwacji historycznych uwzględnionych w badaniu

Źródło: opracowanie własne.

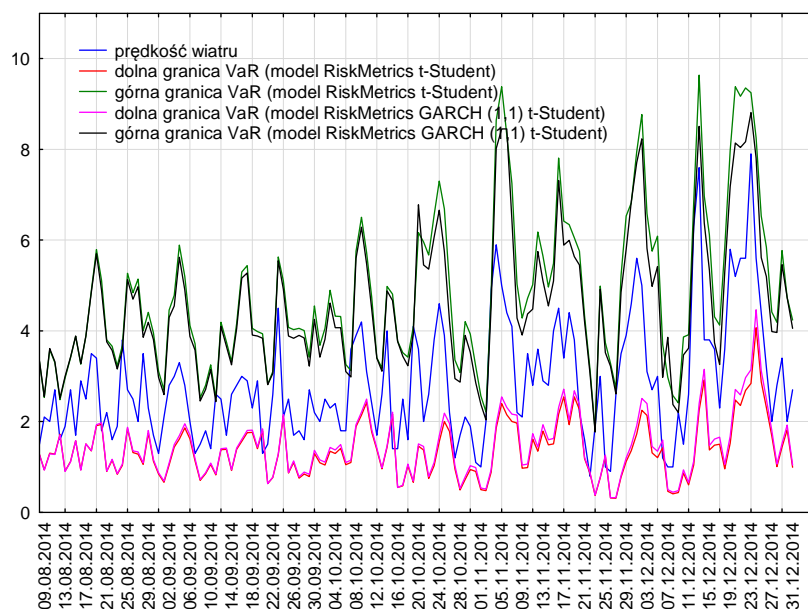
Idąc dalej w kierunku analizy czynników odpowiedzialnych za skuteczność prognoz przyszłych zagrożeń za pomocą *VaR*, należałoby zakwalifikować poszczególne koncepcje wartości narażonej na ryzyko do dwóch grup, tj. metod symulacyjnych i nieparametrycznych, jak czyni to część naukowców i praktyków.

Przy takim podejściu można stwierdzić, że pierwsza z tych grup jest charakterystyczna, ponieważ nie przyjmuje żadnych założeń co do formy rozkładu przedmiotowego szeregu. Ponadto metody wyprowadzania zmienności nie posługują się żadnymi równaniami. Wskaźnik zmienności wyznacza bowiem zmiana wartości czynnika pogodowego odpowiadająca kwantylowi równemu wymaganiu poziomowi ufności. Metody percentylowe, jak często zwykło się je nazywać, są preferowane przez tych, którzy uważają, że założenie normalności rozkładu jest słabym punktem ogólnego modelu *VaR*.

Jednak istotną wadą tych metod jest założenie, że zmienność jest stała w danym czasie, a tym samym modele te przypisują równą wagę każdemu dziennemu zwrotowi. Jest to powszechnie akceptowane. Takie zmienności nie są jednak stałe, a wręcz przeciwnie, prawie nieustannie się zmieniają. W rzeczywistości dane wykazują nieregularne, ale często skokowe zmiany zmienności, tzn. po okresie niskiej zmienności następuje okres wysokiej zmienności (Best, 2000).

Takie podejście implikuje konieczność zastosowania innych modeli, a wytłumaczeniem tego stanu rzeczy jest zjawisko określane w świecie finansów jako grupowanie dochodów z aktywów finansowych. Zjawisko to polega na tym, że informacje wpływają na sytuację w danym dniu, a w mniejszym stopniu na to, co dzieje się w następnym dniu, tzn. oddziaływanie „rozkłada się” w dość krótkim czasie. Występowanie autokorelacji powoduje, że dane z ostatniego okresu dostarczają więcej informacji o bieżącym poziomie zmienności niż te z wcześniejszego okresu. Wynika z tego sugestia: aby uzyskać model zmienności, który precyzyjnie mierzy bieżący jej poziom, należałoby przypisać wyższe wagi do ostatnich wartości (Mentel i Brożyna, 2015).

Tak też traktuje druga grupa modeli, do której zaliczyć można modele analityczne, które w różny sposób opisują „zachowanie się” rozpatrywanych instrumentów. Można tu wyróżnić modele wypracowane przez wspomnianą już wcześniej grupę J.P. Morgan, oparte na modelach zmienności tworzonych za pomocą wykładniczo ważonej średniej ruchomej (*exponentially weighted moving average* – EWMA) (Crowder, 1987) (Zangari, 1994), oraz modele klasy GARCH (*generalised autoregressive conditional heteroskedastic*) (Bollerslev, 1986; Bollerslev, 1987). EWMA jest ważnym elementem modelu *VaR* znanego pod nazwą *RiskMetrics™* (rysunek 5.6).



Rysunek 5.6. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla prędkości wiatru w województwie podkarpackim dla wybranych modeli klasy EWMA oraz GARCH

Źródło: opracowanie własne.

Równania do wyprowadzenia wspomnianych zmienności są opisane jako:

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_t^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2 \quad (5.3)$$

oraz

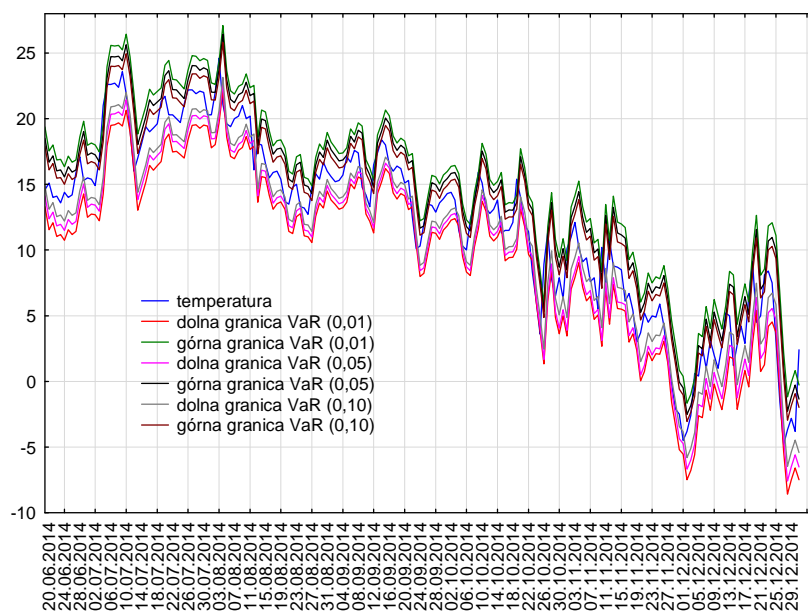
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot r_{t-1}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2; \quad \alpha_0, \alpha_1, \beta_1 > 0 \quad (5.4)$$

O ile w modelu EWMA parametry są proste do oszacowania, o tyle w modelach klasy GARCH (w wielu odmianach) ich wyznaczenie nie zawsze jest łatwym procesem. Ich estymacja wymaga bowiem maksymalizowania funkcji wiarygodności. Występowanie ekstremalnych zmian w wielu danych może spowodować problemy dla funkcji największej wiarygodności – zastosowanej do obliczania parametrów przejawiające się w braku zbieżności.

Zasadniczą różnicą pomiędzy modelem EWMA a modelami klasy GARCH jest to, że druga grupa modeli odpowiada jeszcze bardziej agresywnie na zmiany w szeregu czasowym niż model EWMA. Ponadto interesującą i użyteczną cechą modeli GARCH wydaje się to, że obejmują one zjawisko „powrotu do średniej”. Ma to głównie związek z tym, że wartość niektórych aktywów finansowych oscyluje wokół pewnej długoterminowej wartości.

Istotnym czynnikiem różnicującym w przypadku metodologii *VaR* jest założony poziom istotności. Odpowiednia jego wartość pozwala otrzymać zarówno miarodajne wskazania przy użyciu tej metody, jak i zachować odpowiednią skalę pewności co do estymowanych wyników. Zmniejszanie poziomu α daje bowiem większą tzw. przewidywalność, jednak pociąga za sobą często znaczne przeszacowania ewentualnych zagrożeń, co niepotrzebnie przyczynia się choćby do zwiększonej awersji na ryzyko i zakłóceń w rzeczywistych zmianach czynników pogodowych. Z kolei działanie w drugą stronę polegające na zwiększeniu wartości α daje dużo lepsze dopasowanie do rzeczywistych zmian, jednak pewność co do prawidłowości tychże szacunków jest znacznie mniejsza (rysunek 5.7).

Niebagatelne znaczenie w całym procesie ma wspomniane modelowanie zakłóceń losowych. Zróżnicowanie w tym zakresie ogranicza się do dwóch typowych koncepcji, a mianowicie przypadku, w którym to tego typu zakłócenia modelowane są bądź to rozkładem Normalnym, bądź też *t*-Studenta. Pozostałe warianty są mniej powszechne, nie znaczy jednak, że nie są stosowane. Wystarczy odnieść się do wspomnianej już koncepcji GED.

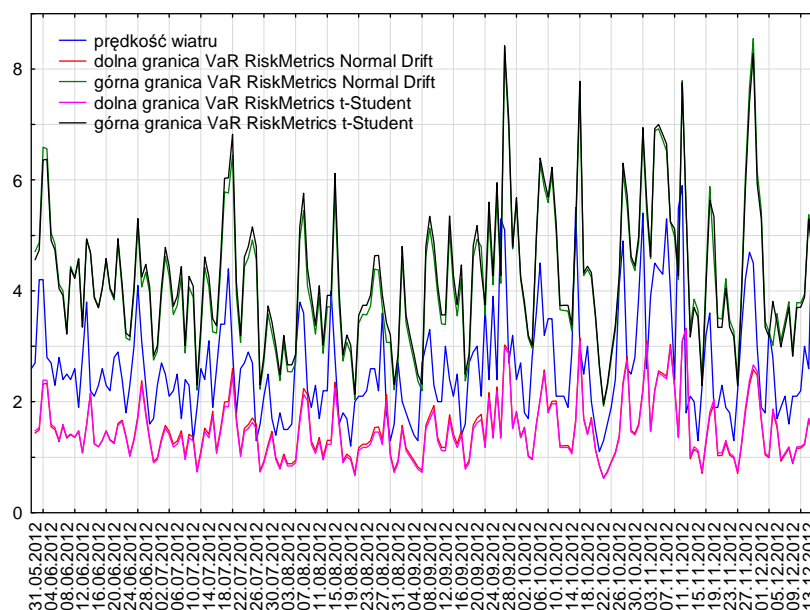


Rysunek 5.7. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie zachodniopomorskim uzyskane za pomocą modelu RiskMetrics Normal z uwzględnieniem różnych poziomów istotności

Źródło: opracowanie własne.

Różne podejścia do modelowania zakłóceń losowych różnicują szacunki *VaR*. Nawet w przypadku tego samego modelu, jednak ze zróżnicowanym sposobem modelowania wymienionych zakłóceń, otrzymuje się nieco inne wskazania. Szacunki te nie są może diametralnie różne, lecz często wpływają na ostateczną ocenę skuteczności danej metody, polepszając bądź też pogarszając wyniki (rysunek 5.8).

Wracając do wyprowadzania zmienności, należy rozważyć także stałe wygładzanie w modelach, w których to jest ona tworzona za pomocą analizowanej już wcześniej wykładniczo ważonej średniej ruchomej. W modelach klasy EWMA wartość λ ma istotne znaczenie (rysunek 5.9). Element ten jest bowiem traktowany jako tzw. czynnik starzenia się informacji i należy go zróżnicować ze względu na charakter danych. Istotne jest, czy dane są dzienne, miesięczne czy też przedstawiają inne okresy. Wyższy poziom λ pozwala uzyskać średnią zmienność z dłuższego okresu, a odpowiednio niższy wskaźnik λ – przybliżyć zmienność dla krótszych okresów. Przykładowo, dla okresów jednodniowych miara zmienności uwzględnia znaczne i szybkie starzenie się informacji; opiera się zatem na ostatnich obserwacjach w szeregu historycznym. Daje jednak lepsze dopasowanie do danych rzeczywistych (Mentel i Brożyna, 2015).

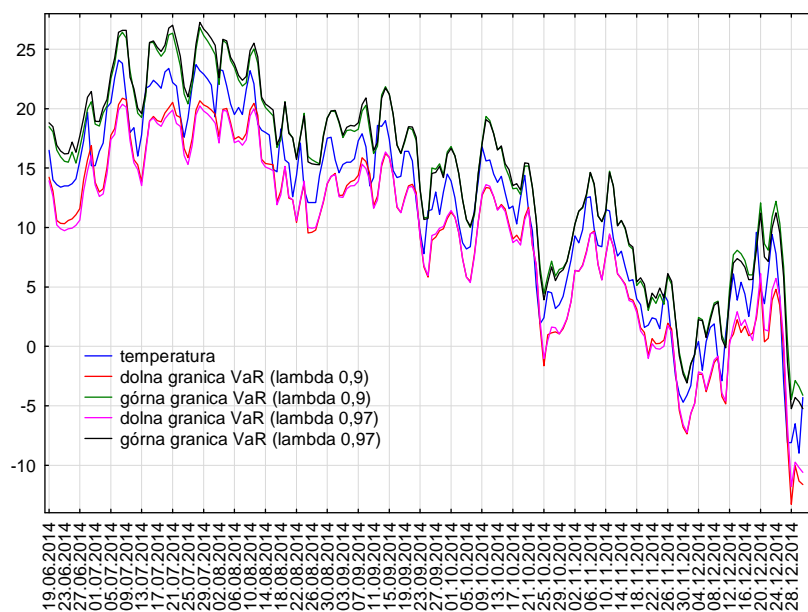


Rysunek 5.8. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla prędkości wiatru w województwie zachodniopomorskim uzyskane za pomocą klasycznego modelu *RiskMetrics* z uwzględnieniem różnych koncepcji modelowania zakłóceń losowych

Źródło: opracowanie własne.

Szacując z kolei optymalną wartość czynnika starzenia się informacji λ za pomocą metody największej wiarygodności dla szeregów czasowych w postaci dziennych wartości temperatury w poszczególnych województwach Polski na podstawie danych z lat 2012-2015 otrzymujemy przeciętny jej poziom równy 0,9215. Natomiast dla poszczególnych województw rozpatrywana stała wygładzania przyjmuje wartości mieszczące się w przedziale 0,900-0,935, co też obrazuje rysunek 5.10. Wartość λ często nieco odbiega od klasycznego poziomu proponowanego przez *RiskMetrics* dla swoich modeli w przypadku analiz instrumentów finansowych.

Dokonując charakterystyki koncepcji wartości zagrożonej w kontekście modelowania czynników pogodowych, warto zwrócić uwagę na jeden istotny atut, który w tym wypadku może się okazać przydatny. Głównym celem wartości narażonej na ryzyko jest wskazywanie przyszłych stanów danego instrumentu. Ponieważ dotychczas zaprezentowane prognozy dotyczyły okresów jednodniowych, należy pokusić się także o wygenerowanie prognoz pogodowych na okresy dużo dalej wybiegające w przyszłość.



Rysunek 5.9. Przykładowe szacunki *Value-at-Risk* (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie łódzkim uzyskane za pomocą klasycznego modelu RiskMetrics Normal z uwzględnieniem różnych wartości stałej wygładzania λ

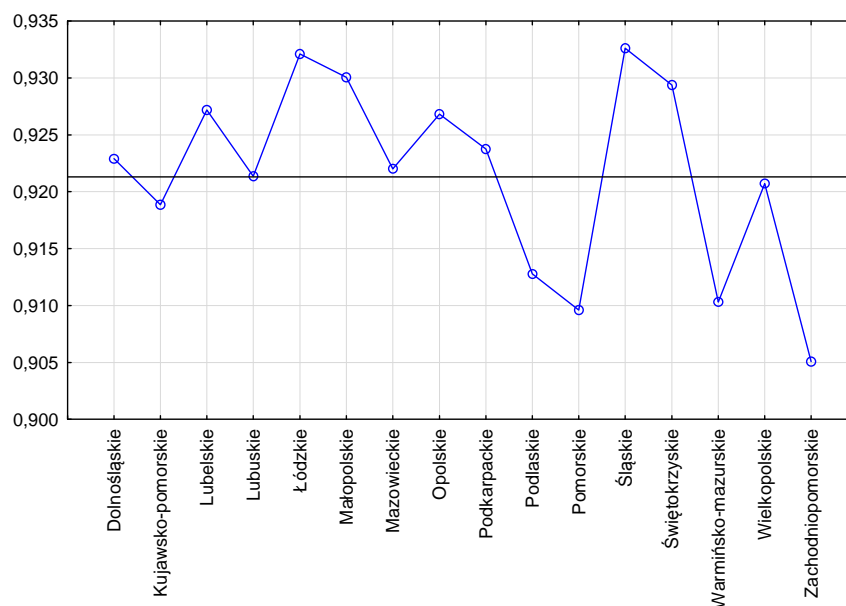
Źródło: opracowanie własne.

Przy odpowiednim przeskalowaniu powszechnie stosowane modele *VaR* pozwalają na generowanie prognoz długoterminowych. Wówczas modelowana zmienność wyraża się następująco:

$$\sigma_{t+h|t}^2 = h \cdot \sigma_{t+1|t}^2 \quad (5.5)$$

$$\sigma_{t+h|t} = \sqrt{h} \cdot \sigma_{t+1|t} \quad (5.6)$$

Tak powstałe „stożki prognozy” są konsekwencją wspomnianego skalowania wariancji długookresowej horyzontem prognozy h (rysunek 5.11). Być może nie dają one bardzo miarodajnych wskazań co do przyszłych wartości, chociażby opadów czy temperatury, jednak w znacznej mierze wskazują na trend zmian. W pewnych sytuacjach, jeśli chodzi o ryzyko wynikające ze zmian pogodowych, długoterminowe *VaR* pozwala na większą przewidywalność skutków swoich inwestycji i podejmowanych działań.



Rysunek 5.10. Optymalne wartości czynnika starzenia się informacji λ dla dziennych wartości temperatury w przekroju województw w okresie lat 2012-2015

Źródło: opracowanie własne.

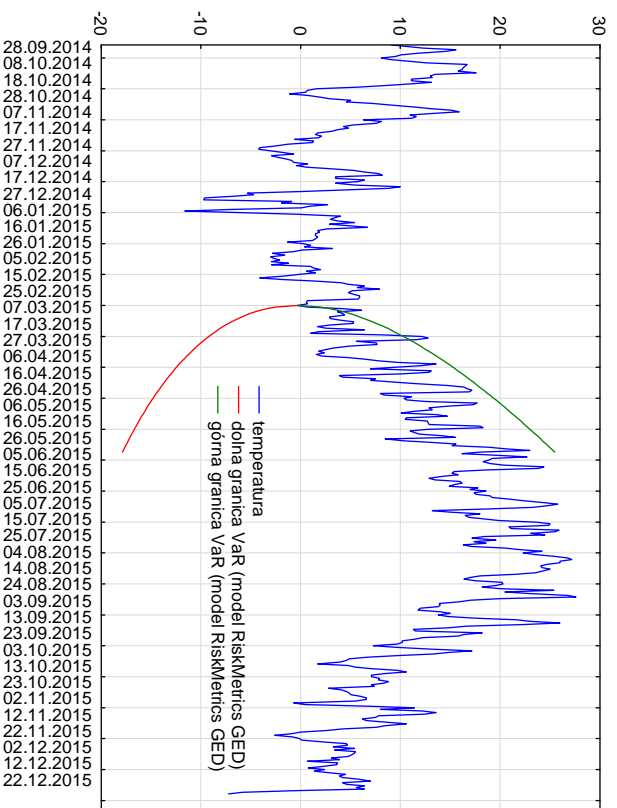
Przenosząc wartość narażoną na ryzyko w warunki pogodowego zarządzania ryzykiem, nie sposób pominąć jej ujęcia na podstawie tzw. *profit and loss*⁷¹ (Mina i Yi Cio, 2001). Koncepcja ta jest powszechnie stosowana w analizie ryzyka papierów wartościowych. W takim wariancie wstępnie obliczane są potencjalne wartości instrumentów bazowych w okresie t :

$$T_t = T_0 \cdot e^{r\sqrt{t}} \quad (5.7)$$

gdzie: T_t – wartość temperatury w okresie t ,
 T_0 – wartość temperatury w okresie początkowym,
 r – wyznaczona wcześniej stopa zwrotu,
 t – horyzont czasowy, dla którego wyznaczamy *Var*.

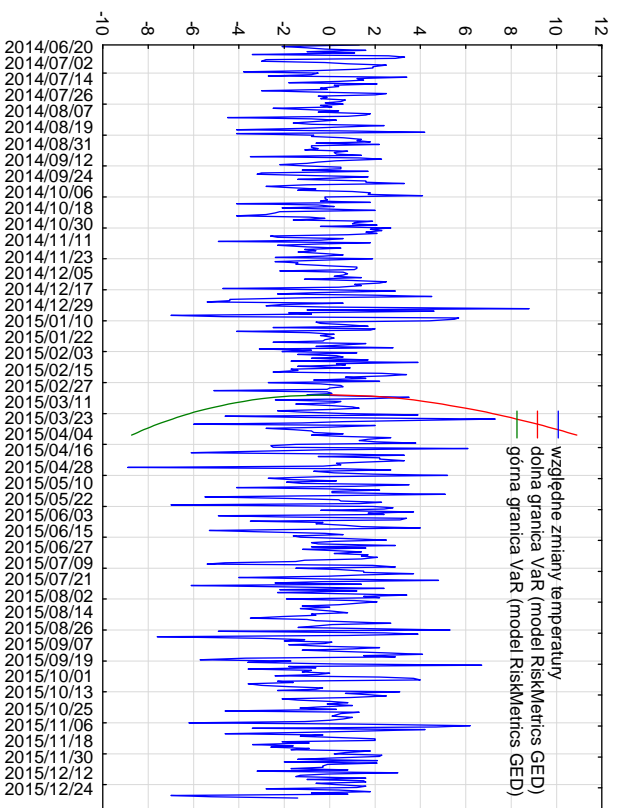
Następnie generowane są różnice pomiędzy wartością np. temperatury T_0 oraz jej scenariuszami T_t . Różnice otrzymane w wyniku tego procesu podlegają

⁷¹ W przypadku analizy czynników pogodowych *P&L* (*profit and loss*) wyznacza się jako względną zmianę tego typu walorów (temperatury, prędkości wiatru, opadów itp.). Późniejszą wartość ryzykowaną oblicza się, opierając się na wyznaczonych scenariuszach *P&L*.



Rysunek 5.11. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics GED) dla dziennych wartości temperatury w Rzeszowie ($\alpha = 0,05, h = 90$)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 5.12. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics GED) dla dziennych wartości temperatury w Rzeszowie ($\alpha = 0,05, h = 30$)

Źródło: opracowanie własne.

procesowi uporządkowania, a dopiero później wyznaczaniu właściwego procentyla odpowiadającego w tym wypadku założonemu poziomowi ufności (rysunek 5.12).

5.2

***Backtesting* procedurą weryfikującą wartość narażoną na ryzyko**

Odnosząc się do filozofii wartości narażonej na ryzyko, należy stwierdzić, że jest ona swego rodzaju statystyczną techniką zarządzania ryzykiem, której atutem jest monitorowanie i ilościowe określanie poziomu ryzyka związanego z daną inwestycją. Tym samym mierzy maksymalną wartość strat w określonym horyzoncie czasu przy założonym z góry poziomie ufności.

Backtesting z kolei jest miernikiem dokładności szacunków wartości zagrożonej. Ogranicza się do porównania prognozowanych strat otrzymanych w wyniku szacunków *VaR* z rzeczywistymi stratami w danym czasie.

Backtesting jest techniką symulacji modelu bądź strategii na danych historycznych w celu oceny ich dokładności i skuteczności (Kerkhoff i Melenberg, 2003). Jak wspomniano, w przypadku wartości zagrożonej, technika ta służy do porównania przewidywanej straty wynikającej z obliczonej wartości narażonej na ryzyko z rzeczywiście zrealizowanymi stratami na końcu określonego horyzontu czasowego. Tego typu porównanie wskazuje na okresy, gdy wartość zagrożona jest niedoszacowana bądź gdy faktyczne straty są mniejsze niż wskazywałaby na to wartość szacunków *VaR*. Prognozy *VaR* można przeliczyć ponownie, gdy testowane wstecznie wartości nie są dokładne, co dodatkowo zmniejsza ryzyko wystąpienia nieoczekiwanych strat.

Jeśli rzeczywiste zmiany wartości danego instrumentu nie przekraczają w danym okresie symulowanych poziomów wartości narażonej na ryzyko, oznacza to, że jest ona właściwą miarą. Można również powiedzieć, że jeśli rzeczywiste straty danego waloru bazowego przekraczają straty skalkulowane przez *VaR*, spodziewane poziomy wartości narażonej na ryzyko mogą nie być dokładne. W przypadku gdy faktyczne straty przewyższają ich przewidywane poziomy, stwierdza się naruszenie wartości zagrożonej. Jeśli jednak rzeczywista strata przekracza szacunki *VaR* tylko kilka razy, to nie znaczy, że estymacja wartości zagrożonej nie powiodła się. Częstość występowania naruszeń musi zostać ustalona. To dopiero przesądzi o ewentualnym braku skuteczności wskazań (Crnkovic i Drachman, 1997).

Od końca lat 90. ubiegłego stulecia zaproponowano różne testy, które mogą być wykorzystane do oceny dokładności szacunków wartości ryzykowanej. Mimo że koncepcje te różnią się w szczegółach, wiele z nich koncentruje się na konkretnej transformacji *VaR* ze zrealizowanymi zyskami czy stratami. W szczególności należy wziąć pod uwagę zdarzenia, w których strata na instrumencie przekracza

VaR , $VaR_t(\alpha)$. Oznaczając zyski lub straty na instrumencie w określonym przedziale czasowym, np. codziennie jako $x_{t,t+1}$, funkcję „trafienia” możemy zdefiniować w następujący sposób:

$$I_{t+1}(\alpha) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_{t,t+1} \leq -VaR_t(\alpha) \\ 0 & \text{if } x_{t,t+1} > -VaR_t(\alpha) \end{cases} \quad (5.8)$$

tak, że sekwencja „trafienia”, np. (0,0,1,0,0,...,1), obrazuje, czy historyczne przekroczenia oszacowanych przez VaR strat bądź ich brak zostały zrealizowane.

P. Christoffersen (1998) zwraca uwagę, że wyznaczenie skuteczności modelu VaR można sprowadzić do kwestii określenia, czy wspomniana sekwencja „trafienia”, $[I_{t+1}(\alpha)]_{t=1}^{t=T}$ spełnia dwie właściwości:

- bezwarunkowe pokrycie obiektu (*unconditional coverage property*) – prawdopodobieństwo realizacji strat przekraczających poziom wartości zagrożonej, $VaR_t(\alpha)$ musi wynosić dokładnie $\alpha \cdot 100\%$ lub, odnosząc się do wcześniejszych zapisów, $Pr(I_{t+1}(\alpha) = 1) = \alpha$; jeśli więc straty przekraczające VaR występują częściej niż $\alpha \cdot 100\%$, pojawia się sugestia, że szacunki wartości zagrożonej systematycznie zaniżają rzeczywisty poziom ryzyka; w opozycji do tego założenia jest sytuacja, w której to zbyt małe liczby naruszeń VaR wskazują na znaczną asekurację wartości ryzykowanej;
- niezależność obiektu (*independence property*) – koncepcja ta nakłada pewne ograniczenia co do opisanego warunku, gdyż porusza dodatkowy aspekt częstotliwości naruszeń VaR ; podejście tzw. niezależności kładzie duży nacisk na sposób, w jakim to ewentualne naruszenia granicy wartości zagrożonej mogą nastąpić; chodzi głównie o to, aby wcześniejszy przypadek łamania bariery wartości narażonej na ryzyko nie przekazywał żadnych informacji co do tego, czy wystąpią bądź też nie dodatkowe naruszenia granicy VaR . Jeśli zatem takie przypadki będą miały miejsce, tzn. wcześniejsze naruszenia VaR będą przepowiadać przyszłe tego typu przekroczenia, to mamy do czynienia z nieprawidłowościami w przekazie wartości narażonej na ryzyko; wszelkie przekroczenia wartości progowej strat, jaką jest VaR , nie powinny następować jedno po drugim, mimo że w ogólnej ocenie dłuższego horyzontu czasowego nie łamałyby przyjętego progu w postaci α ; jeśli podejźmy do problemu w krótszym okresie, ewentualna nieregularność przekroczeń może świadczyć o nieprecyzyjnym odzwierciedlaniu strat, a na pewno już nie na poziomie założonego α .

Dobry model VaR powinien zatem spełniać obydwa przedstawione założenia, czyli bezwarunkowego pokrycia, jak i niezależności swych wskazań. Pamiętać przy tym należy, że obydwa scharakteryzowane podejścia są odrębne.

Jeśli nie potraktujemy wskazanych właściwości kompleksowo, możemy mieć do czynienia z sytuacją, kiedy zastosowany model wartości zagrożonej będzie spełniał warunek dopuszczalnej liczby przekroczeń, lecz nie będą miały one właściwości niezależności, bądź też odwrotnie, kiedy to osiągniemy, niezależność wskazań, ale nie spełnimy warunku granicznego, jeśli chodzi o odsetek przekroczeń. Mimo że każda z właściwości charakteryzuje inny wymiar, aspekt efektywnego modelu *VaR*, ważne jest, aby traktować je kompleksowo.

Ocena *ex post* w odniesieniu do *VaR* dzieli się na trzy kategorie:

- testy pokrycia (*coverage tests*), czyli sprawdzenie, czy częstość przekroczeń jest zgodna z kwantylem strat *VaR* (tabela 5.2),
- testy rozkładu (*distribution tests*), czyli badanie stopnia dopasowania strat dystrybuowanych przez prognozy *VaR*,
- testy niezależności (*independence tests*), czyli ocena niezależności wskazań.

Analizując po krótku każdą z wymienionych grup testowych, należy wskazać najczęściej stosowane metody.

W przypadku tzw. testów pokrycia najczęściej stosowanym narzędziem jest test Kupca (Kupiec, 1995). Traktuje się go jako narzędzie weryfikujące, czy udział przekroczeń jest zgodny z przyjętym poziomem α (*unconditional coverage tests*). Test ma następującą postać (Piontek, 2005):

$$LR_{POF} = -2 \ln \left(\frac{(1-q)^{T_0} q^{T_1}}{(1-\hat{q})^{T_0} \hat{q}^{T_1}} \right) \sim \chi_1^2 \quad (5.9)$$

przy czym

$$\hat{q} = \frac{T_1}{T_0 + T_1}, \quad T_1 = \sum_{i=1}^T I_i(q)$$

$$T_0 = T - T_1, \quad \text{zaś } I_i(q) = \begin{cases} 1, & r_{t+1} \leq -VaR_{r,t}(g) \\ 0, & r_{t+1} > -VaR_{r,t}(g) \end{cases} \quad (5.10)$$

gdzie: T – liczba wszystkich obserwacji,

T_1 – liczba przekroczeń,

T_0 – liczba obserwacji bez przekroczeń.

Statystyka LR_{POF} ma rozkład χ^2 z jednym stopniem swobody⁷².

⁷² POF – *Proportion of Failures Test*.

Efektywność obliczonych prognoz wstecznych można zbadać również z wykorzystaniem klasycznego testu liczby przekroczeń, dla którego statystyka testowa podana jest wzorem (Best, 2000):

$$Z = \frac{X - N \cdot \alpha}{\sqrt{N \cdot \alpha \cdot (1 - \alpha)}} \quad (5.11)$$

gdzie: X – liczba przekroczeń prognozowanych granic VaR dla danego modelu,
 N – liczba prognoz objętych testem wstecznym,
 α – wymagany poziom tolerancji.

Statystyka testowa Z dla dostatecznie dużej wartości N posiada rozkład normalny standaryzowany. Model najczęściej uznaje się za niewłaściwy i należy go odrzucić, jeżeli obliczona ze wzoru (5.11) wartości statystyki przekracza wartość progową, będącą kwantylem rzędu $q_{1-\alpha}$ dla rozkładu $N(0,1)$. Czasami jednak zbyt mała liczba przekroczeń świadczy o tym, że prognozowane granice VaR są zbyt obszerne, a zastosowany w prognozie model źle skalibrowany. W tej sytuacji można przeprowadzić test dwustronny, w którym wyznacza się dwie wartości progowe: $-q_{1-\alpha}$ oraz $q_{1-\alpha}$. Jeśli obliczona ze wzoru (5.11) wartości statystyki dla testu liczby przekroczeń $-q_{1-\alpha} \leq Z_{obl} \leq q_{1-\alpha}$, to testowany model uznaje się za właściwy i dobrze skalibrowany. Oczywiście dla $Z_{obl} > q_{1-\alpha}$ model należy odrzucić jako niewłaściwy, a dla $Z_{obl} < -q_{1-\alpha}$ uznać za właściwy, lecz słabo skalibrowany. Dla testu dwustronnego ufność (wynosząca $1 - 2 \cdot \alpha$) zapewnia, że poprawny model nie zostanie błędnie odrzucony.

Tabela 5.2. Przykładowe przedziały braku odrzuceń dla $Value-at-Risk$ [x_1, x_2] dla różnych wartości q oraz $\alpha + 1$ ⁷³

$\alpha + 1$	Kwantyl straty q			
	0,90	0,95	0,975	0,99
125	[6, 19]	[2, 11]	[0, 6]	[0, 3]
250	[17, 35]	[7, 20]	[2, 11]	[0, 5]
500	[38, 64]	[16, 35]	[7, 20]	[1, 9]
750	[59, 91]	[27, 50]	[11, 27]	[3, 13]
1000	[82, 119]	[37, 63]	[16, 35]	[5, 17]
1250	[105, 146]	[48, 78]	[21, 42]	[6, 19]

Źródło: opracowanie własne.

⁷³ Miara VaR jest odrzucana na poziomie istotności 0,05, gdy liczba przekroczeń X jest mniejsza niż x_1 bądź większa od x_2 .

Tabela 5.3. Odsetek przekroczeń granicy VaR przy zastosowaniu metody Monte Carlo dla $\alpha = 0,10$ ($\alpha/2 = 0,05$) dla danych dziennych w latach 2012-2015

	Temperatura		Wiatr		Ciśnienie	
	VaR_d	VaR_g	VaR_d	VaR_g	VaR_d	VaR_g
dolnośląskie	5,0317	4,6561	5,1026	5,2026	5,1852	5,6317
kujawsko-pomorskie	5,1852	4,9735	4,7735	4,9794	5,3968	5,6317
lubelskie	5,0317	4,8677	5,0910	5,3259	5,0794	5,7259
lubuskie	4,9910	5,6085	4,9794	5,2317	4,0212	4,8376
łódzkie	4,9376	4,3386	4,8910	4,7608	5,1852	5,3085
małopolskie	4,6783	4,5503	4,9794	5,0794	5,0794	5,5376
mazowieckie	4,9434	4,5503	5,3968	4,6561	4,9735	5,6376
opolskie	5,1376	4,7619	5,2550	5,4143	4,4444	6,1492
podkarpackie	4,6667	4,1270	4,8735	5,2910	4,7619	5,7376
podlaskie	5,7958	4,9735	5,2026	4,5619	4,5503	4,7619
pomorskie	4,8735	6,2423	5,0910	5,4259	5,3968	5,8376
śląskie	5,0968	4,3386	5,4434	5,0910	4,5503	4,8259
świętokrzyskie	4,7783	4,9735	4,7794	5,5317	5,2910	5,5085
warmińsko-mazurskie	5,3026	5,1852	4,5677	4,9852	5,0794	5,5201
wielkopolskie	4,6143	5,2910	4,9143	5,3492	4,6561	5,0201
zachodniopomorskie	4,7526	5,6085	4,5677	5,0550	5,0794	5,7667
Średnio	4,9886	4,9404	4,9943	5,1213	4,9206	5,4649

Źródło: opracowanie własne.

Idąc dalej, za np. K. Piontkiem, do testu na tzw. liczbę przekroczeń należy dołączyć test wskazujący, czy powstałe przekroczenia są niezależne w czasie (*independence tests*). Przekroczenia blisko po sobie występujące są dużo bardziej groźniejsze niż te równomiernie rozłożone w czasie. W tym przypadku największą powszechnością cieszy się test niezależności Christoffersona (test warunkowego pokrycia – *conditional coverage test*) (Cambell, 2005) (Hass, 2001):

$$LR_{IND} = -2 \ln \left(\frac{(1-\bar{q})^{T_{00}+T_{10}} \bar{q}^{T_{01}+T_{11}}}{(1-\hat{q}_{01})^{T_{00}} \hat{q}_{01}^{T_{01}} (1-\hat{q}_{11})^{T_{10}} \hat{q}_{11}^{T_{11}}} \right) \sim \chi_1^2 \quad (5.12)$$

gdzie

$$\hat{q}_{ij} = \frac{T_{ij}}{T_{i0} + T_{i1}}, \quad \text{zaś} \quad \bar{q} = \frac{T_{01} + T_{11}}{T_{00} + T_{01} + T_{10} + T_{11}} \quad (5.13)$$

W tym wypadku T_{ij} to liczba okresów, w których $I_t = j$, w przypadku gdy $I_{t-1} = i$.

Podobnie jak w przypadku LR_{POF} , statystyka LR_{IND} ma rozkład χ^2 z jednym stopniem swobody.

Oczywiście przedstawione testy są tylko propozycjami w zakresie klasycznego podejścia do testowania VaR . Możliwości testowania znane w literaturze są dużo bardziej obszerniejsze.

Problematyczne, a raczej niemożliwe staje się wyznaczenie VaR dla dziennych wielkości opadów, gdyż w pewnym sensie zmienna ta jest dychotomiczna. Można by było podjąć taką próbę dla danych tygodniowych bądź też miesięcznych.

Dokonując jednak oceny liczby przekroczeń za pomocą statystyki LR_{POF} , uśredniając wartości w przekroju województw, otrzymuje się zadawalające rezultaty świadczące o tym, że rzeczywiste negatywne zmiany czynników pogodowych mieszczą się w granicy VaR , która w danym wariancie została przyjęta. Dokonano oceny dla jednostronnego poziomu α równego odpowiednio 0,01, 0,05 oraz 0,1. Dodatkowo można podkreślić, że najlepsze rezultaty w tym zakresie otrzymano dla modeli klasy GARCH(1,1). Jeśli chodzi o odrębną ocenę górnej i dolnej granicy oszacowanej wartości narażonej na ryzyko, to (podobnie jak można to było już zaobserwować po analizie tabeli 5.3) dużo gorzej prezentują się górne poziomy wyznaczonych przedziałów ufności. W przypadku pozostałych rozważanych metod⁷⁴ problem ten wygląda podobnie. Uzyskane oceny testu Kupca oraz odsetki przekroczeń są jednak znacznie bardziej zróżnicowane.

Analogiczna analiza dla statystyki Z zaprezentowanej przez P. Besta (2000) potwierdza jedynie wnioski uzyskane za pomocą statystyki LR_{POF} . Dla poziomu tolerancji $\alpha = 0,1$ wartość graniczna dla statystyki Z wynosi 1,28, dla $\alpha = 0,05$ to 1,65, a przy poziomie α równym 0,01 odpowiednio 2,33. Przypadki odrzucenia modelu w wariancie dwustronnego testu liczby przekroczeń występują wyjątkowo sporadycznie i dotyczą jedynie szacunków VaR opartych na modelu tzw. mieszaniny rozkładów normalnych. Sprawa samej kalibracji modeli nie jest już tak jednoznaczna. Uogólniając wnioski w tym zakresie, można stwierdzić, że wraz ze wzrostem poziomu α modele są słabiej skalibrowane.

Z kolei badanie niezależności przekroczeń w czasie nie daje jednoznacznych rezultatów. Mamy tu do czynienia z przypadkami braku poprawności tej hipotezy dla testu Christoffersona. Nie jest to jednak na tyle wyraźna tendencja, aby można było postawić wniosek, że warunek ten nie jest spełniony.

W analizie zastosowanych modeli wartości narażonej na ryzyko zasadna staje się również weryfikacja stabilności rozpatrywanych koncepcji. Model ekonometryczny może być wykorzystany do prognozowania w przyszłości, jeżeli oszacowana relacja była stabilna w przeszłości, co pozwala założyć, że również w najbliższej przyszłości nie powinna ulec radykalnej zmianie.

W tym przypadku najczęściej stosowany jest test Chowa (1960) (stałości wartości oszacowanych parametrów w okresie prognozy, na który są wyzna-

⁷⁴ Poza symulacją Monte Carlo wyznaczono prognozy VaR dla takich metod, jak: *RiskMetrics Normal* oraz *RiskMetrics t-Student*, *GARCH(1,1) Normal* i *t-Student*, *RiskMetrics GED* oraz *RiskMetrics Normal Mixture*.

czane prognozowane wartości VaR)⁷⁵. Wykorzystuje się tutaj statystykę testową postaci:

$$Chow_T = \frac{[SS^* - (SS_1 + SS_2)]/k}{(SS_1 + SS_2)/(T^* - 2 \cdot k)} \quad (5.14)$$

gdzie: SS^* – suma kwadratów reszt danego modelu dla oszacowań parametrów obejmujących wszystkie dostępne obserwacje,

SS_1 – suma kwadratów reszt odpowiedniego modelu dla oszacowań parametrów obejmujących tylko okres próby,

SS_2 – suma kwadratów reszt odpowiedniego modelu dla oszacowań parametrów po próbie, na który wyznaczone są prognozy VaR ,

k – liczba szacowanych parametrów wraz z wyrazem wolnym.

Statystyka (5.14) ma rozkład F-Snedecora ze stopniami swobody $(k, T^* - 2 \cdot k)$.

Stosując opisaną statystykę dla rozpatrywanych modeli wartości ryzykownej, osiągnięto zadawalające wyniki dla szeregów temperaturowych. Ewentualne braki stabilności parametrów modeli są sporadyczne – zdarzają się w pojedynczych przypadkach dla każdego z modeli. Wraz ze zmianą czynnika pogodowego na prędkość wiatru bądź wielkość opadów kwestia ta wygląda już nieco gorzej, gdyż wyniki ulegają znacznemu pogorszeniu. Najmniej jednak stabilne szeregi otrzymuje się dla szeregów określających skalę opadów. W tych wypadkach hipotezę, że oszacowane parametry modeli nie zmieniły swoich wartości w okresie, na który przeprowadzana jest prognoza, należy odrzucić, gdyż wartość obliczonej statystyki Chowa jest większa bądź równa od odczytanej z tablic wartości krytycznej.

5.3

Bootstrap jako kontrola nad poziomem błędu wartości zagrożonej

Analizując szacunki wartości narażonej na ryzyko w kontekście pogodowych szeregów czasowych, warto wzmocnić skuteczność przewidywań przez wdrożenie metody bootstrapowej⁷⁶. Jest ona szczególnie przydatna w warunkach, gdy nie jest znana postać rozkładu danej cechy.

⁷⁵ Do badania stabilności modelu stosuje się również inne testy, jak np.: test PF (*predictive failure test*), test QLR, test Cusum (*CUMulated SUM of residual*).

⁷⁶ Metody bootstrapowe należą do klasy metod symulacyjnych polegających na wnioskowaniu o danej wartości procesu na podstawie wielokrotnego losowania obserwacji z próby pierwotnej (*resampling methods*). Losowania biorą pod uwagę wszystkie możliwe kombinacje elementów pochodzących z próby, opierając się na danych rzeczywistych. Wykorzystanie losowań zwrotnych może być praktycznym rozwiązaniem w sytuacjach, gdy jakość lub liczba zebranych informacji nie pozwala na zastosowanie klasycznych metod statystycznych (Zglińska-Pietrzak, 2012).

Pomijając kwestię coraz częstszego stosowania metod typu *bootstrap* w ekonometrii jako alternatywnego narzędzia w analizie ilościowej, tym bardziej wartościowe staje się wykorzystanie koncepcji tzw. próbkowania w celu uzyskania kontroli nad poziomem błędu w wykonywanych kalkulacjach pogodowego *VaR*.

Odnosząc się do interpretacji tego typu metod, należy podkreślić, że polegają one na zwrotnym losowaniu prób w celu ich późniejszego wykorzystania do estymacji wartości bootstrapowych różnych funkcji. Z biegiem lat zyskały one na znaczeniu, znajdując zastosowanie w wielu dziedzinach nauki. Za prekursora ich wdrożenia uznaje się Efrona (Efron, 1979), który użył ich do wnioskowania statystycznego. Od tego momentu znaczenie tego typu metod nieustannie wzrasta.

Wracając jednak do istoty podejść symulacyjnych, należy podkreślić dwojaki ich zastosowanie. Po pierwsze, główną ideą przyświecającą zastosowaniu *bootstrap* jest zaprojektowanie eksperymentu Monte Carlo, pozwalającego na wygenerowanie rozkładu rozpatrywanej w danym momencie statystyki na podstawie danych z pojedynczej próby (Efron, 1979). Po drugie, zastosowanie omawianej metodologii rysuje się w analizie szeregów czasowych (Hall, 1992). W tym wypadku wykorzystuje się je do analizy struktury takiego szeregu bądź też do weryfikacji hipotezy zakładającej postać lub rząd zintegrowania szeregu. Często znajdują również zastosowanie w badaniu mocy testów, ponieważ w porównaniu z symulacją Monte Carlo dostarczają dokładniejszego przybliżenia asymptotycznego.

Ograniczając rozważania do szeregów czasowych, należy podkreślić znacząca różnorodność w tym wypadku. Do najczęściej stosowanych algorytmów bootstrapowych należą:

- *block bootstrap* (Radovanov i Marcikić, 2014),
- *sieve bootstrap* (Buhlmann, 1997),
- *wild bootstrap* (Liu, 1988),
- *pairs bootstrap* (Freedman, 1981),
- *recursive bootstrap* (Ogland, 2014),
- *stationary bootstrap* (Politis i Romano, 1994).

Mimo że wymienionych pozycji jest kilka, to nie są to wszystkie algorytmy stosowane w tym zakresie. Są również inne, łącznie z tzw. podejściem hybrydowym.

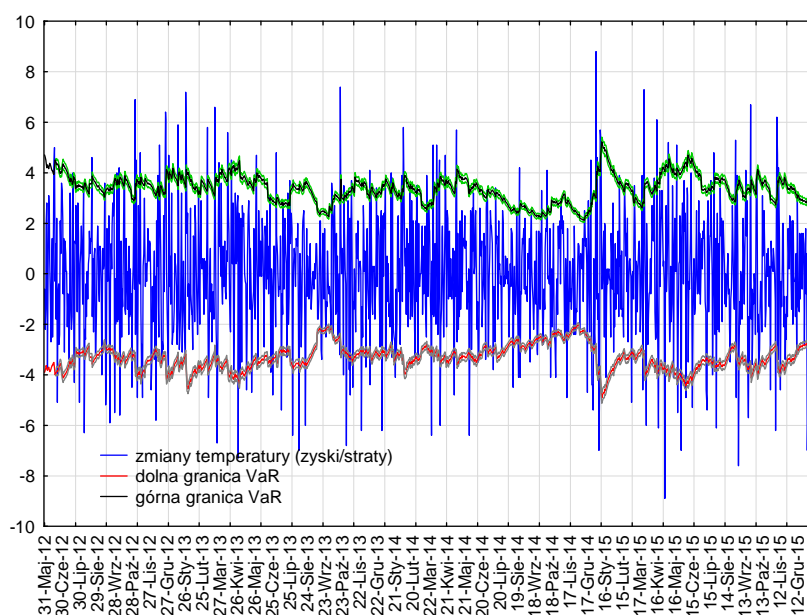
Metody bootstrapowe bardzo głęboko weszły również do analiz finansowych. Przykłady ich zastosowania przytoczono w pracach C. Domańskiego i K. Pruskiej (2000), H. Li i G.S. Maddali (1996) czy J.L. Horowitz (2001). Za pomocą tych metod podjęto również próbę wyznaczenia gęstości tzw. predyktorów procentowych zmian cen lub ich przedziałów dla różnych modeli (Thombs i Schucany, 1990) oraz szacowania wartości narażonej na ryzyko (Vlaar, 2000).

W związku z mnogością różnych koncepcji metod sznurowadłowych (Domański i Pruska, 2000) w celu zobrazowania wykorzystania ich w kontroli nad poziomem błędu *VaR* posłużono się koncepcją opisaną przez J. Leškowa,

J. Mokrzyką oraz K. Krawca (2011). Zaprezentowane podejście jest o tyle ciekawe, że z powodzeniem zostało wykorzystane w finansowych szeregach czasowych, skąd też wywodzi się sama koncepcja wartości narażonej na ryzyko. Wdrożenie zatem w warunki pogodowe jednocześnie wartości ryzykowanej i metod *bootstrap* okazuje się wyjątkowo interesujące. Dodatkowe przedziały, jakie otrzymano w wyniku tzw. próbkowania, stanowią wzmocnienie wskazań *VaR*.

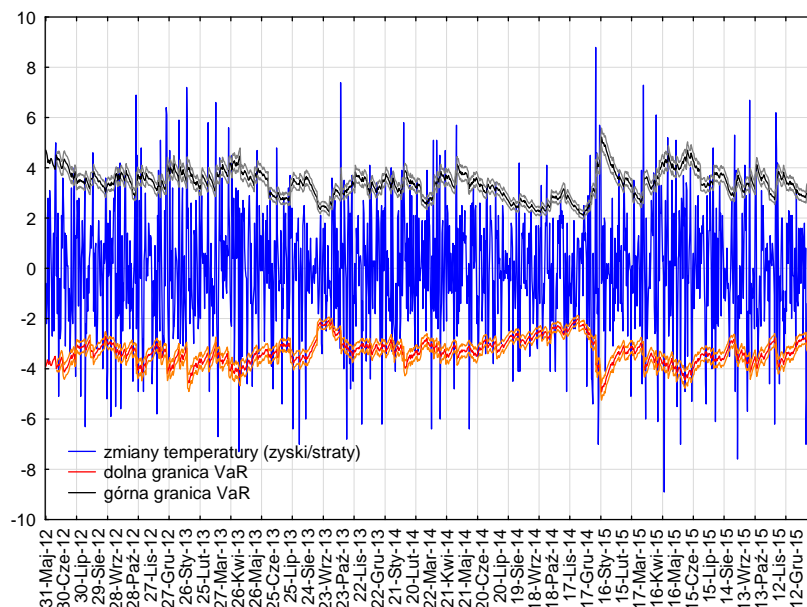
W celu wyznaczenia przykładowego przedziału ufności dla *VaR* oszacowano wstępnie wartość narażoną na ryzyko, opierając się na dziennych zmianach temperaturowych („temperaturowe zyski i straty”) dla miasta Rzeszowa. Estymację wartości narażonej na ryzyko przeprowadzono, korzystając z modelu GARCH(1,1) z zakłóceniami losowymi modelowanymi rozkładem *t*-Studenta.

Na podstawie tak oszacowanej wartości ryzykowanej wyznaczono przedziały ufności. Posłużono się w tym wypadku metodą bootstrapu nieparametrycznego (Lahiri, 2003), do której nawiązuje praca (Leśkow, Mokrzycka i Krawiec, 2011).



Rysunek 5.13. 90% przedział ufności dla *VaR* na poziomie 10% dla dziennych zmian temperaturowych dla miasta Rzeszowa

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 5.14. 95% przedział ufności dla VaR na poziomie 5% dla dziennych zmian temperaturowych dla miasta Rzeszowa

Źródło: opracowanie własne.

Próbkowanie przeprowadzono na wygenerowanych resztach $(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$. Weryfikacja ich niezależności została wykonana na podstawie analizy funkcji autokorelacji (ACF) i autokorelacji próbkowej (PACF). Dzięki przeprowadzonemu próbkowaniu powstały obserwacje bootstrapowe $(\varepsilon_1^p, \dots, \varepsilon_n^p)$, które przyczyniły się do wyznaczenia kolejnych realizacji zwrotów postaci:

$$r_t^b = \mu + \sigma_t \varepsilon_t^b \quad (5.15)$$

Należy zatem przyjąć, że kwantyl empiryczny funkcji zmian temperatury dla zwrotów stanowi w tym wypadku bootstrapowy estymator wartości ryzykowanej, który można zapisać jako $VaR(\alpha)^b$. Otrzymane estymatory posłużyły do oszacowania przedziałów ufności dla wartości narażonej na ryzyko. Przedziałem ufności $VaR(\alpha)$ na założonym poziomie istotności β jest przedział $(u_{\frac{\beta}{2}}, u_{1-\frac{\beta}{2}})$. Kwantyle empiryczne w tym wypadku są odpowiednio rzędu $\frac{\beta}{2}$ i $1 - \frac{\beta}{2}$ z rozkładu estymatorów $VaR(\alpha)^b$.

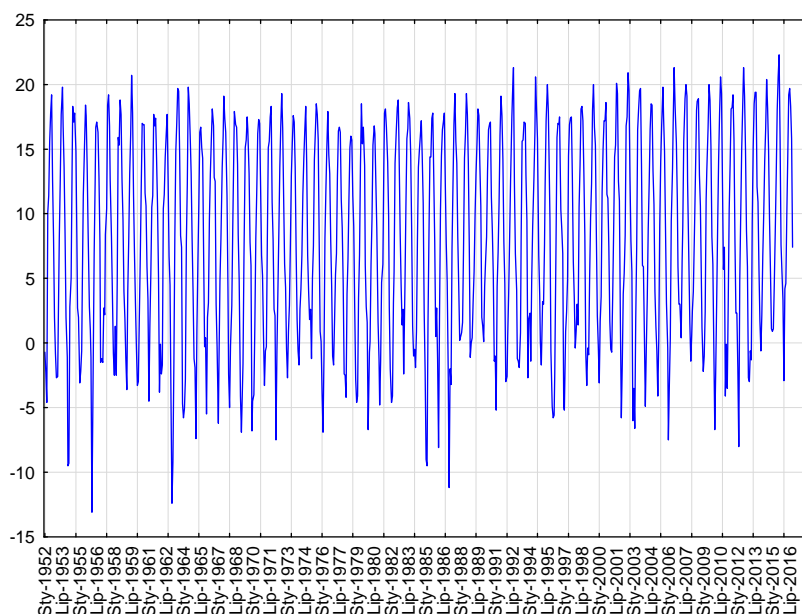
Analogiczną procedurę przeprowadzono dla górnej granicy VaR. Rysunki 5.13 i 5.14 przedstawiają zaletę użycia metod *bootstrap*, jaką jest wyznaczenie przedziału ufności dla wartości narażonej na ryzyko. Standardowo 95% przedział ufności jest szerszy niż 90%.

5.4

Multisezonowość danych pogodowych

Analizując czynniki pogodowe, nie sposób nie zauważyć, że w dłuższych horyzontach czasu charakteryzują się one cyklicznością wskazań. Dotyczy to głównie okresów miesięcznych. Na podstawie analizy rysunku 5.15 można zauważyć istotną powtarzalność danych temperaturowych. Tego typu spostrzeżenia dotyczą również pozostałych walorów pogodowych. W okresach miesięcznych każdy z nich charakteryzuje się cyklicznością co do swych wartości. Dodatkowo można dopatrzeć się trendu rosnącego.

W literaturze najczęściej stosowanymi metodami prognostycznymi są klasyczna rodzina modeli ARIMA wprowadzona przez Boxa i Jenkinsa (1976) i modele wygładzania wykładniczego wraz z modyfikacjami dokonanymi m.in. przez Holta (1957) i w ostatnich latach przez Hyndmana (Hyndman, Koehler, Snyder i Grose, 2002). Modyfikacje te miały na celu lepsze dopasowanie modeli do różnego rodzaju danych, uwzględniając wahania sezonowe, trend i sezonowość. Pomimo istnienia wielu modeli pozwalających prognozować szeregi czasowe, wciąż powstają nowe uwzględniające specyficzne rodzaje danych i dające bardziej trafne prognozy niż te dotychczas znane modele.



Rysunek 5.15. Wartości przeciętnej miesięcznej temperatury dla miasta Rzeszowa w latach 1952-2016

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystując najczęściej stosowane modele uwzględniające sezonowość, możliwe jest prognozowanie danych z jedną sezonowością na kilka okresów do przodu. Przykładowo, posiadając szereg czasowy zawierający dane miesięczne (np. o temperaturze) i stosując do nich model SARIMA, możliwe jest prawidłowe prognozowanie na kilkanaście miesięcy. Tradycyjne modele pozwalają więc na prognozowanie ogólnych danych na kilka miesięcy do przodu lub bardziej szczegółowych, ale na dużo krótszy czas, bo tylko na kilkanaście dni. Gdy tradycyjne modele przestają być wystarczające, powstają nowe, uwzględniające problematyczne zagadnienia. Przykładem jest model TBATS (*Trigonometric, Box-Cox transform, ARMA errors, Trend and Seasonal components*), w którym można uwzględnić równocześnie sezonowość roczną i dzienną. Dzięki temu prognoza może być wyznaczona na kilka miesięcy i równocześnie zawierać dane o zapotrzebowaniu na energię dla każdego dnia.

Tego typu podejście do prognozowania może stanowić doskonałe uzupełnienie metodologii wartości narażonej na ryzyko, która w przypadku analiz czynników pogodowych, mimo że daje dobre rezultaty, odbiega nieco od tej skuteczności, jaką można było zaobserwować przy analizie szeregów dotyczących np. notowań giełdowych (Mentel, 2011). Chodzi głównie o to, że efektywność wartości narażonej na ryzyko ogranicza się do prognoz krótkookresowych. W przypadku prognoz długofalowych metoda ta zaczyna tracić na znaczeniu, gdyż – jak już wspomniano – ewentualne stożki prognozy bardziej pokazują przyszłościowy kierunek zmian danego czynnika pogodowego niż dokładne przewidywania co do jego wartości.

O ile pojedyncza sezonowość pozwala na wykorzystanie wielu modeli prognostycznych dla szeregów czasowych, to w przypadku już podwójnej sezonowości tego typu wybór jest znacznie ograniczony. Często stosowane w literaturze modele, np. ARIMA (Pappas, Ekonomou, Karamousantas i Liatsis, 2008; Chen, Wang i Huang, 1995; Lee i Ko, 2011; de Andrade i da Silva, 2009), wygładzanie wykładnicze (Taylor, 2003; Hyndman, Koehler, Ord i Snyder, 2008) czy metoda trendów jednoimiennych okresów (Zeliaś, Pawełek i Wanat, 2016; Bee Dagum i Bainconcini, 2016), zostały zaprojektowane do prognozowania szeregów zawierających niewielką liczbę danych z co najwyżej jedną sezonowością i nie mogą być użyte w przypadkach, gdzie dane zawierają nakładającą się na siebie sezonowość, np. miesięczną i roczną.

Ponadto wymienione modele, nawet jeśli uwzględniają sezonowość, to okres musi być wartością całkowitą i nie można przyjąć np. 365,25 dni czy 52,18 tygodni w roku, które uwzględniają lata z 29 dniami lutego.

Do prognozowania tego typu danych został kilka lat temu zaprojektowany właśnie model TBATS (De Livera, Hyndman i Snydera, 2011). Model ten posiada następujące argumenty:

$$\text{TBATS}(\omega, \{p, q\}, \varphi, \{<m1, k1>, <m2, k2>, \dots, <mT, kT>\}),$$

gdzie: ω – transformacja Box-Coxa (Box i Cox, 1964),

p, q – parametry ARMA (Whittle P., 1951; Box i Jenkins, 1976; Brockwell i Davis, 1996),

ϕ – parametr tłumienia (Gardner i McKenzie, 1985; Snyder, 2006),

m_1, \dots, m_T – okresy sezonowe,

k_1, \dots, k_T – numery par szeregów Fouriera (West i Harrison, 1997; Harvey, 1989).

Model może być zapisany jako:

$$y_t^{(\omega)} = l_{t-1} + \phi b_{t-1} + \sum_{i=1}^T s_{t-1}^{(i)} + \alpha d_t \quad (5.16)$$

$$b_t = b_{t-1} + \beta d_t$$

$$s_t^{(i)} = \sum_{j=1}^{k_i} s_{j,t}^{(i)}$$

$$s_{j,t}^{(i)} = s_{j,t-1}^{(i)} \cos \lambda_j^{(i)} + s_{j,t-1}^{*} \sin \lambda_j^{(i)} + \gamma_1^{(i)} d_t$$

$$s_{j,t}^{*} = -s_{j,t-1}^{(i)} \sin \lambda_j^{(i)} + s_{j,t-1}^{*} \cos \lambda_j^{(i)} + \gamma_2^{(i)} d_t$$

$$\lambda_j^{(i)} = \frac{2\pi j}{m_i}$$

gdzie: $i = 1, \dots, T$,

d_t – proces ARMA(p, q),

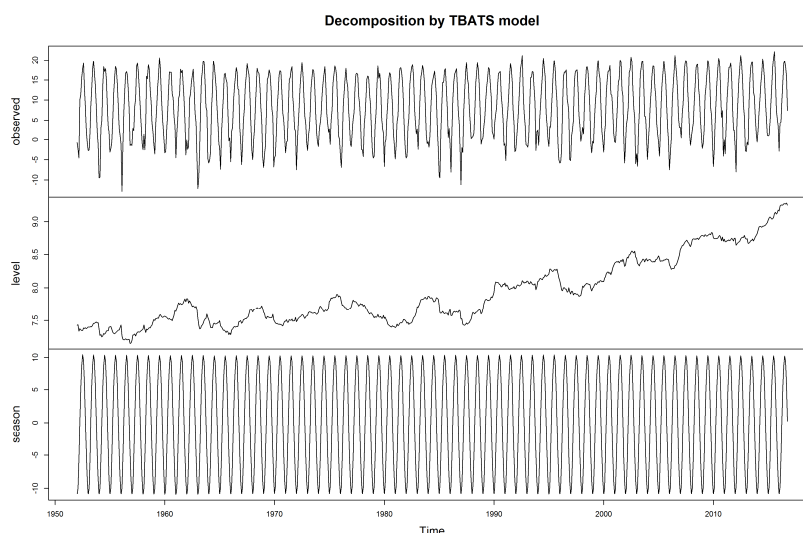
α, β, γ_1 i γ_2 – parametry wygładzania,

l_0 – poziom początkowy,

b_0 – wartość nachylenia.

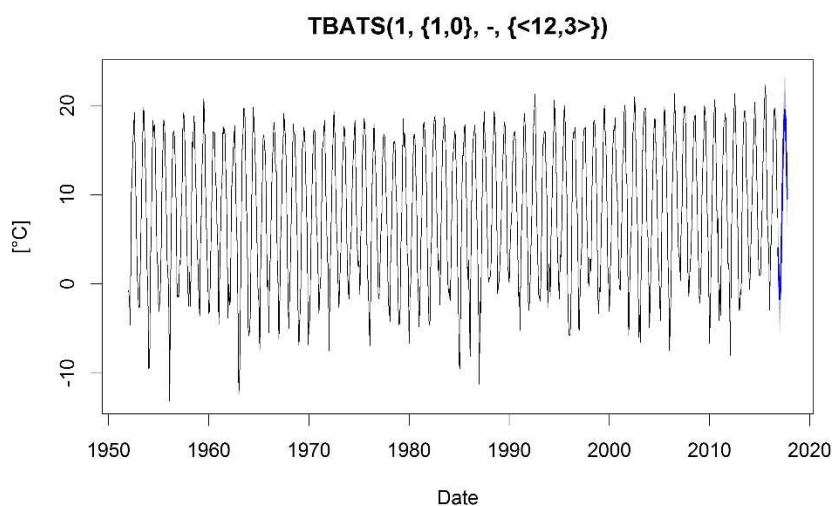
Stosując tę metodologię, należy wstępnie dokonać dekompozycji danego szeregu czynnika pogodowego, głównie w celu potwierdzenia faktycznej sezonowości danych. Zaprezentowane poziomy miesięcznych wartości temperaturowych dla miasta Rzeszowa zdają się potwierdzać (rysunek 5.16). Dodatkowo, obserwując środkową część przedstawionej prezentacji, potwierdza się również rosnący trend analizowanych danych.

Prognozując, przy zaobserwowanych poziomach sezonowości można dopatrzyć się istotnej cykliczności danych w okresach przewidywanych. Na rysunku 5.17 zaprezentowano szereg pierwotny wraz z prognozą na jeden rok w przód.



Rysunek 5.16. Dekompozycja szeregu temperaturowego z danymi miesięcznymi dla miasta Rzeszowa (lata 1952-2016)

Źródło: opracowanie własne.

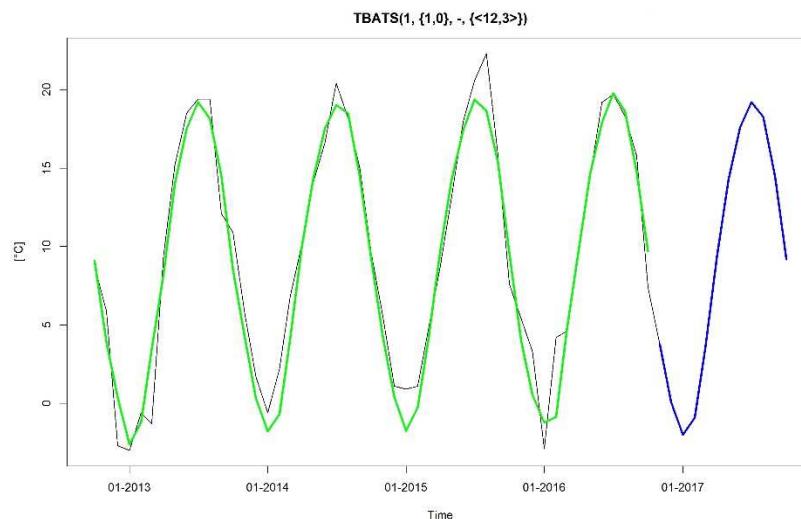


Rysunek 5.17. Rzeczywiste wartości miesięcznych danych temperaturowych dla miasta Rzeszowa wraz z prognozą na jeden rok do przodu⁷⁷

Źródło: opracowanie własne.

⁷⁷ Parametry otrzymane w tym przykładzie: pierwszy z nich równy 1 oznacza, że nie model nie wykorzystuje przekształcenia Box-Cox. Błędy modelowane procesem ARMA(1,0). Idąc dalej, mamy do czynienia z brakiem efektu tłumienia oraz pary szeregu Fouriera z okresem $m = 12$ (miesięczny).

Dobrym odniesieniem dla wspomnianej prognozy jest rysunek 5.18. W tym miejscu rysuje się kompleksowy charakter przewidywań temperaturowych dla rozpatrywanego szeregu. Poza prognozą na 12 miesięcy w przód mamy również zaprezentowaną prognozę wsteczną na cztery lata, co pozwala na faktyczną, wzro-
kową ocenę poprawności wskazań rozpatrywanego modelu.



Rysunek 5.18. Prognoza wsteczna dla miesięcznych danych temperaturowych dla miasta Rzeszowa w okresie październik 2012-październik 2016

Źródło: opracowanie własne.

Do oszacowania błędów tego modelu użyto najczęściej stosowane miary (Bratu, 2012)⁷⁸:

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (5.17)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-1} \quad (5.18)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (5.19)$$

⁷⁸ MAE – Mean Absolute Error, MSE – Mean Squared Error, RMSE – Root Mean Squared Error, MAPE – Mean Absolute Percentage Error.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right|}{n} \cdot 100\% \quad (5.20)$$

oraz (Hyndman i Koehler, 2006; Gardner E., 1985)⁷⁹:

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (5.21)$$

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{y_t}}{n} \cdot 100\% \quad (5.22)$$

$$MASE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{\frac{n}{n-m} \sum_{t=m+1}^n |y_t - y_{t-m}|} \quad (5.23)$$

$$ACF1 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (e_t - ME) \cdot (e_{t+1} - ME)}{\sum_{t=1}^n (e_t - ME)^2} \quad (5.24)$$

gdzie: e_t – błąd $e_t = y_t - y_t^*$,
 y_t – wartość rzeczywista,
 y_t^* – wartość prognozowana,
 m – okres prognozy (Hyndman i Koehler, 2006).

Porównując błędy ME i MAE lub MPE i $MAPE$ otrzymuje się informacje o tym, czy wartości w prognozie są systematycznie niższe lub wyższe od wartości zaobserwowanych czy też są różnokierunkowe. Analiza błędów średniokwadratowych (MSE) może natomiast wskazać na występowanie błędów nietypowo dużych. Istotne różnice pomiędzy MAE i $RMSE$ sygnalizują występowanie błędów o skrajnie dużych wartościach.

Odnosząc się do rozpatrywanego przykładu, obrazującego zastosowanie modelu TBATS dla miesięcznych wartości temperatury miasta Rzeszowa, wartości niektórych z omówionych błędów przyjmują następujące wartości:

⁷⁹ ME – Mean Error, MPE – Mean Percentage Error, MASE – Mean Absolute Scaled Error, ACF1 – Autocorelation function of errors at lag 1.

ME – 0,126498,
 RMSE – 2,060493,
 MAE – 1,523609,
 MASE – 0,719889.

Tabela 5.4. Wielkości błędów modelu TBATS dla miesięcznych pogodowych szeregów czasowych w przekroju województw

	<i>ME</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MASE</i>
Temperatura				
dolnośląskie	0,03046579	1,90447997	1,45236214	0,73542249
kujawsko-pomorskie	0,00408705	2,02422293	1,52825555	0,71962702
lubelskie	0,01729292	2,11108111	1,57135012	0,72005133
lubuskie	0,04938592	1,93450539	1,48138879	0,71951810
łódzkie	0,03033050	2,02071164	1,51825458	0,72581286
małopolskie	0,08388355	1,92007723	1,47381105	0,73491270
mazowieckie	0,04622697	2,08674774	1,56446716	0,72338665
opolskie	0,01759755	2,00362238	1,49687793	0,73804194
podkarpackie	0,11018170	2,03865148	1,52572003	0,71762277
podlaskie	0,04993979	2,15055603	1,60253628	0,71391716
pomorskie	0,06000935	1,71618317	1,30398962	0,70194827
śląskie	0,01409191	2,00407284	1,51840578	0,73269596
świętokrzyskie	-0,01744989	2,02545775	1,53086876	0,72492125
warmińsko-mazurskie	0,03562661	2,05530818	1,54209367	0,70952639
wielkopolskie	0,03977347	1,96664692	1,48680858	0,71974597
zachodniopomorskie	0,07027856	1,74216641	1,33040806	0,71256712
Średnio	0,04010760	1,98153069	1,49547488	0,72185737
Temperatura				
dolnośląskie	0,03729831	0,69888657	0,52480132	0,71602562
kujawsko-pomorskie	0,02762020	0,50972687	0,37362874	0,70562910
lubelskie	0,03494787	0,46730539	0,35616476	0,71384030
lubuskie	0,02519338	0,44388279	0,32910700	0,69751862
łódzkie	0,02186541	0,50045012	0,37784411	0,72371459
małopolskie	0,02309068	0,49431986	0,37623165	0,73382645
mazowieckie	0,01687048	0,49192238	0,37600161	0,74549494
opolskie	0,04356276	0,44964126	0,33273333	0,67061156
podkarpackie	0,02112023	0,51595805	0,38732174	0,72898401
podlaskie	0,02134205	0,51731670	0,39617289	0,74135324
pomorskie	0,06153600	0,59101074	0,45127647	0,72789634
śląskie	0,03297145	0,48823593	0,36577509	0,73368524
świętokrzyskie	0,02681138	0,47863043	0,35773743	0,71566419
warmińsko-mazurskie	0,02808349	0,46073887	0,35410870	0,72002738
wielkopolskie	0,03033694	0,48347259	0,36050136	0,71513784
zachodniopomorskie	0,02713389	0,54439338	0,41396938	0,72511782
Średnio	0,02949908	0,50849325	0,38333597	0,71965795

Tabela 5.4 (cd.)

	<i>ME</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MASE</i>
	Opady			
dolnośląskie	6,01587123	29,51491581	19,36163618	0,71681803
kujawsko-pomorskie	6,62973383	27,21773982	16,37975885	0,74318011
lubelskie	4,09487928	22,94539332	15,12933684	0,72758879
lubuskie	5,66170615	23,15110620	16,20495369	0,71223944
łódzkie	3,42743674	24,50224579	16,41432152	0,74183805
małopolskie	4,88341755	38,28986812	27,05476224	0,72461451
mazowieckie	4,47254343	18,43772606	11,79321700	0,70896791
opolskie	0,07191445	25,69933603	17,73911975	0,72919461
podkarpackie	1,71612588	25,40923565	17,87855067	0,75989279
podlaskie	5,11740966	24,36032672	16,18505950	0,72284432
pomorskie	6,46605918	24,41760785	16,54339198	0,70926827
śląskie	5,05926666	28,00086766	18,68227164	0,73004149
świętokrzyskie	5,76390178	26,94028351	17,30299264	0,72864574
warmińsko-mazurskie	2,37905113	17,24913017	11,88041260	0,73010515
wielkopolskie	4,38278193	20,25635658	13,79112670	0,73380817
zachodniopomorskie	3,78122036	21,26035475	14,92347742	0,68378641
Średnio	4,26049653	24,85328088	16,70402433	0,72517711

Źródło: opracowanie własne.

W celu pełniejszego zobrazowania skuteczności, a zarazem zasadności stosowania modelu TBATS dla poprawy prognoz warto zwrócić uwagę na wartości niektórych błędów podanych formułami (5.17)-(5.24). Tabela 5.4 obrazuje zatem skalę wspomnianych błędów w przekroju województw dla prognoz określonych czynników pogodowych.

Już wstępna analiza zestawienia pozwala zauważyć istotną skuteczność zaproponowanej koncepcji modelowania danych sezonowych. Należy jednak podkreślić, że – podobnie jak dla wartości narażonej na ryzyko – znacznie gorsze rezultaty otrzymuje się w przypadku analizy wielkości opadów. Otrzymane błędy odbiegają znacznie od tych, jakie uzyskano dla temperatury czy też prędkości wiatru. Charakter tego czynnika pogodowego nie pozwala tym samym na wyjątkowo skuteczne wdrożenie modelu TBATS.

Zakończenie

Pogoda znacząco wpływa na wszystkie sfery działalności człowieka. Prognozy pogody wykorzystuje się do planowania codziennych działań, poczynając od letniego wypoczynku, przez uprawę roślin, skończywszy na planowaniu manewrów wojskowych. Taki stan rzeczy czyni pogodę wszechobecną, a wszelkie próby jej okiełznania nabierają wyjątkowego znaczenia.

Synoptycy jako specjaliści w dziedzinie analizy procesów atmosferycznych zajmujący się monitorowaniem i prognozowaniem pogody podają swe przewidywania z mniejszą bądź większą precyzją. Prognoza jest więc tylko przybliżonym opisem najbardziej prawdopodobnego stanu czynnika atmosferycznego w najbliższym czasie.

Sprawdzalność pogodowych przewidywań to zatem zasadniczy problem, z jakim przychodzi nam się zmierzyć. Prognozy często są niedokładne i zdarza się, że przedstawiają odmienny scenariusz warunków atmosferycznych niż ten w rzeczywistości. Dysponując współczesną, zaawansowaną technologią informatyczną, nowoczesnym wyposażeniem oraz nowatorskimi koncepcjami, synoptycy nie są w stanie przewidzieć przyszłych stanów pogodowych w 100%. Należałoby więc zastanowić się nad tym, czy jest to w ogóle możliwe?

Przeciętna sprawdzalność prognoz krótkoterminowych to 80-90%, a średnio-terminowych to już tylko 60-70%. Jak więc łatwo zauważyć, przynajmniej 10% przewidywań na tak krótki okres, jakim są dwie doby, jest nietrafionych. Co zatem można uczynić, aby tę statystykę poprawić?

Monografia stanowi propozycję poprawy takiego stanu rzeczy, a co za tym idzie – zwiększenia przewidywalności niektórych, istotnych czynników pogodowych przez implementację typowej koncepcji w analizie ryzyka rynkowego, jaką jest *VaR*, w warunki pogodowe. Pamiętajmy, że prognoza pogody jest przybliżonym i najbardziej prawdopodobnym obrazem przyszłego stanu atmosfery. Ponadto jest opracowywana na podstawie tego, co jest obecnie, tego, co już było i znajomości praw natury, które dają pewne sugestie odnośnie tego co będzie. Jeżeli więc przeciętni użytkownicy nie są w stanie zgłębić bardziej szczegółowo obecnych stanów, mają tylko ich przybliżony obraz, oraz nie znają wszystkich praw i mechanizmów rządzących naturą, estymacja szacunków przyszłych poziomów czynników pogodowych przy wykorzystaniu metod, jakimi posługują się specjaliści w tym zakresie, jest raczej niemożliwa. Przedstawiona propozycja *Weather-VaR* stanowi zatem alternatywę.

Należy pamiętać, że wymierne korzyści, nie tylko ekonomiczne, przynosi zminimalizowanie niekorzystnych skutków zjawisk pogodowych. Z punktu widzenia mechanizmów rządzących współczesnym światem wydaje się to niezwykle ważne. Bez względu na to, jak unikano by problemów pogodowych, i tak mają one miejsce w praktyce życia codziennego. Jak już wykazano w pracy, zmiany stanów atmosfery bardzo często decydują o naszym życiu, nawet jeśli są one nieświadome dla nas. Można powiedzieć więc, że w bardzo dużym stopniu oddziaływanie te przekładają się na sytuację ekonomiczną, co z kolei niekiedy wywołuje chęć zgłębiania i rozwiązywania problemu.

Pogodę można przewidzieć na kilka sposobów. Wyróżnić tu można tzw. metodę „bez zmian”, zwaną niekiedy naiwną, metodę trendu, metodę klimatyczną, koncepcję analogii czy też najbardziej zaawansowaną metodę numeryczną. Ich wybór zależy od doświadczenia badacza, od liczby dostępnych danych, złożoności sytuacji pogodowej oraz – co najważniejsze – od wymaganego stopnia trafności. Dlaczego zatem nie skorzystać z koncepcji, która zakłada jedynie analizę szeregów czasowych historycznych stanów czynników pogodowych? Można wprowadzić zarzucić, że nie każda z rozpatrywanych w pracy metod jest prosta w zastosowaniu ze względu na zaawansowany aparat matematyczny, jednak dysponując odpowiednim oprogramowaniem komputerowym, stosunkowo łatwo ten problem rozwiązać⁸⁰.

Dodatkowym atutem prezentowanych rozważań jest polemika nad problemem zarządzania ryzykiem pogodowym. Istotna jest tutaj odpowiedź na pytanie, czy rozpatrywany proces to przestrzeń badawcza dla osób zajmujących się analizą stanów pogodowych (*weather scientist*) czy też dla grupy ekonomistów (*economical scientist*)? Być może proces ten jest multidyscyplinarny?

Wydaje się, że odpowiedź na to pytanie zostało jasno sprecyzowana w monografii, zarówno przez odpowiednie zdefiniowanie procesu zarządzania ryzykiem pogodowym, jak i wskazanie ekonomicznych skutków oddziaływania konkretnych czynników pogodowych. Aby jednak podkreślić znaczenie podjętego problemu, należy przytoczyć definicję zarządzania ryzykiem pogodowym, jaką zawarto w dokumencie „Project Management Body of Knowledge” (PMBOK, 2008). Stanowi ona o tym, że ryzyko to niepewne zdarzenie lub stan, które jeśli wystąpi, ma wpływ na co najmniej jeden cel projektu. Wskazane cele mogą z kolei odnosić się zarówno do zakresu, harmonogramu, kosztów, jak i jakości. Ryzyko może mieć zatem jedną lub więcej przyczyn i jeśli występuje, może też mieć jeden lub więcej skutków. Przyczynę może stanowić wymóg, założenia, ograniczenia bądź określone warunki, które to stwarzają możliwość negatywnych lub pozytywnych rezultatów. Jeśli wystąpi jakiegokolwiek z negatywnych zdarzeń, może to mieć przełożenie na koszty projektu, jego harmonogram czy też jego ogólną wydajność.

⁸⁰ W monografii przedstawiono również symulację Monte Carlo, która nie wymaga specjalistycznego oprogramowania.

Reasumując, skuteczny proces zarządzania ryzykiem pogodowym nie może być ograniczony jedynie do wspomnianych „badaczy” pogody bądź też ekonomistów, gdyż zagadnienie to zawiera interdyscyplinarną eksplorację danych przez wykorzystanie statystyki, matematyki oraz badań operacyjnych.

Odnosząc się do postawionej w pracy hipotezy badawczej, na podstawie przeprowadzonego wnioskowania postarano się w znacznym stopniu wykazać słuszność postawionego na wstępie stwierdzenia. Wydaje się, że umocowanie przedziałowych miar ryzyka rynkowego w procesie zarządzania pogodowego zostało udowodnione przez pokazanie chociażby skuteczności wskazań wartości zagrożonej w odniesieniu do określonych czynników pogodowych, zwłaszcza w okresach krótkoterminowych. Dotyczy to zarówno oceny skuteczności samej miary, jaką jest *VaR*, przez analizę tzw. bezwarunkowego pokrycia czy też analizę niezależności, jak i oceny właściwości prognostycznych przekładających się na zwiększenie precyzji wyceny pogodowych instrumentów zabezpieczających.

Kwestia istotnego wpływu na ograniczanie ryzyka pogodowego wynika już z samej interpretacji *VaR*. Należy przy tym pamiętać, że koncepcja *Weather-VaR* zaproponowana przez autora nie odnosi się do kwestii bilansowych, *cash-flow*, a jedynie do analizy wartości narażonej na ryzyko w ujęciu pogodowych szeregów czasowych. To świadczy o nowatorskim podejściu do problemu. Wszelkie dotychczasowe próby wdrożenia wartości ryzykowanej w warunki pogodowe dotyczyły wspomnianych struktur bilansowych analizowanych podmiotów gospodarczych, których działalność podatna jest na oddziaływanie czynników atmosferycznych. W tym wypadku jest całkiem inaczej. Owszem analiza obejmuje również aspekt wartości narażonej na ryzyko, lecz w ujęciu wyłącznie badania czynnika pogodowego jako instrumentu „sprawczego”, którego dobre przewidywania mogą w istotny sposób wpłynąć na rynek pogodowych instrumentów pochodnych. Jak wskazano wcześniej, zaprezentowana koncepcja nie wymaga wiedzy, jaką mają typowi „prognostycy” pogody, lecz jedynie dysponowania określonymi danymi historycznymi. Stanowi to atut przedstawionej koncepcji.

Nie zawsze estymacja wartości narażonej na ryzyko dla czynników pogodowych bywa wyjątkowo „poprawna”, jak to ma miejsce przy finansowych szeregach czasowych, jednak czy niewielkie mankamenty i rozbieżności mogą dyskwalifikować merytoryczne umocowanie metody w analizie stanów pogodowych? Koncepcji modelowania *VaR* jest kilka i jeśli jedne wypadają gorzej, jak symulacja Monte Carlo (często nadmiernie przeszacowująca potencjalne wahania czynników pogodowych, przez co zwiększona zostaje awersja do ryzyka) bądź model *RiskMetrics Normal Mixture* (nie zawsze dobrze skalibrowany), to inne dają dobre rezultaty w tym zakresie, np. model GARCH⁸¹. Poza modelami klasy

⁸¹ Za dobrą oceną koncepcji GARCH(1,1) przemawia kilka faktów, wśród których można wymienić: 1) znaczną elastyczność wskazań, czyli dobre dopasowanie do rzeczywistych zmian zmiennych atmosferycznych; prognozowane granice *VaR* nie są w tym wypadku zbyt obszerne; 2) szybką reakcją na zmiany stanów czynników pogodowych; tym samym wartość narażona na ryzyko oszacowana w tym wypadku niezwłocznie reaguje na zmieniające się warunki pogodowe,

GARCH(1,1) dobre wartości prognostyczne posiada również model z rozkładem GED, jednak jego zastosowanie jest w pewnym sensie ograniczone do niskich poziomów tolerancji⁸².

Uśredniając wyniki w przekroju metod, dopuszczalne progi założone przez przyjęte poziomy istotności zostały zachowane, zwłaszcza w odniesieniu do dolnych granic uzyskanych przedziałów ufności, co też nie dyskwalifikuje żadnej z rozpatrywanych koncepcji modelowania *VaR*. Pamiętać przy tym należy, że w celu poprawności szacunków *VaR* przeprowadzono analizę wsteczną, opierając się zarówno na sprawdzeniu liczby przekroczeń, jak i ich niezależności, co czyni tego typu badania wyjątkowo potwierdzonymi. Owszem, nie zawsze analiza wspomnianych właściwości wypadła pozytywnie, zwłaszcza w odniesieniu do niezależności przekroczeń, lecz nie rzutuje to na ogólne wnioski dotyczące skuteczności metody.

Wzmocnienie wartości narażonej na ryzyko zaprezentowane w monografii przez zastosowanie analizy bootstrapowej jest tylko dodatkowym atutem przemawiającym za dobrą oceną jej implementacji w warunki pogodowe. Ma to na celu kontrolę nad poziomem błędu wartości ryzykowanej. Należy tutaj zwrócić uwagę, że wspomniana koncepcja *bootstrap* może również posłużyć do samej estymacji *VaR*. Podejście to nie zostało jednak ujęte w niniejszych rozważaniach. Świadczyć to jednak może o jej uniwersalności.

Za atrakcyjnością analizy *VaR* przemawiać mogą również wcześniejsze spostrzeżenia określone jako atuty modelu GARCH(1,1). Chodzi tutaj o takie elementy, jak szybka reakcja (w przypadku niektórych metod) na zmieniające się stany meteorologiczne; stanowi to wyjątkową zaletę metody wartości narażonej na ryzyko. Oznacza to, że jest ona ściśle związana z szeregiem, na którym jest estymowana, a ostatnie obserwacje odgrywają najważniejsze znaczenie. Nie można zatem powiedzieć, że metodologicznie *VaR* jest oderwany od rzeczywistości, gdyż faktycznie szybko reaguje na rzeczywiste zmiany, jakie następują w obrębie danego czynnika pogodowego⁸³.

Oceniając wyniki w przekroju czynników pogodowych, należy stwierdzić, że najlepsze rezultaty, a tym samym największa skuteczność wdrożeniowa war-

co ma istotne znaczenie w walce zagrożeniami płynącymi z natury; 3) uniwersalność metody bez względu na podejście do modelowania zakłóceń losowych (rozkład normalny, rozkład *t*-Studenta); zarówno w jednym, jak i w drugim wariancie otrzymuje się dobre wskazania z nieznaczonym wskazaniem na model GARCH(1,1) *t*-Student.

Oceniając koncepcję GARCH(1,1), należy wziąć również pod uwagę tzw. drugą stronę medalu. Często bowiem występują problemy z szacowaniem parametru rozkładu, co wyklucza możliwość estymacji wartości narażonej na ryzyko dla danego czynnika pogodowego.

⁸² Wraz ze wzrostem wartości przyjętego do analiz poziomu istotności zmniejsza się skuteczność modelu *RiskMetrics* GED. Związane jest to raczej ze specyfiką samego rozkładu, który radzi sobie dobrze z wartościami nietypowymi właśnie przy niskich wartościach poziomu istotności. Posiada on bowiem tzw. „grube ogony”, co oznacza, że prognozy konstruowane na jego podstawie łatwiej wyłapują obserwacje ekstremalne.

⁸³ Pominięto w rozważaniach symulację historyczną, która przeczy tym spostrzeżeniom.

tości narażonej na ryzyko w warunki pogodowe, przypada na czynnik temperaturowy. Szeregi temperaturowe można równie dobrze modelować jak finansowe szeregi czasowe⁸⁴. Najgorzej wypadają opady. Ewentualna implikacja *VaR* jest w tym wypadku bardzo utrudniona ze względu na charakter samej zmiennej. Potencjalne dobre wyniki w tym przypadku są raczej dziełem przypadku i można je odnieść wyłącznie do kilku analizowanych szeregów określających skalę opadów.

Istotnym wnioskiem, godnym wskazania, jest również to, że wartość narażona na ryzyko rozpatrywana w takim ujęciu ma przełożenie w warunki pogodowe dla danych dziennych. Jednak jeśli dokonamy już ich agregacji, np. w okresy miesięczne, to jej wartość spada, a nawet traci na znaczeniu. Wkrada się wówczas zjawisko sezonowości (cykliczności) danych, które zasadniczo wyklucza stosowanie *VaR*. Pomocne są w tym wypadku inne metody, jak np. zaprezentowana TBATS (*Trigonometric, Box-Cox transform, ARMA errors, Trend and Seasonal components*).

Wydaje się, że umocowanie koncepcji *Wether-VaR* widoczne może być nie tylko w ujęciu nieekstremalnych zdarzeń pogodowych, lecz także w wypadku ekstremalnych zdarzeń. Wynika to głównie ze wspomnianej elastyczności. „Natychniastowa” reakcja w przypadku nagłych, znacznych zmian w czynnikach pogodowych, np. huraganów, mogłaby stanowić dodatkowy atut metodologii wartości narażonej na ryzyko. Skoro wskazano m.in. znaczne „podobieństwo” zachowań pomiędzy czynnikiem temperaturowym a szeregiem finansowym, to wydaje się, że tego typu przypuszczenie może się okazać trafne. Jak udowodniono w pracy autora (Mentel, 2011), przedstawione w monografii metody estymacji *VaR* równie skutecznie radzą sobie przy częstych, znacznych zmianach w ogonach rozkładów. Należałoby jednak potwierdzić ten fakt jednoznacznie przez dokonanie badań w tym zakresie. Nie to jednak jest zasadniczym celem rozważań przedstawionych w monografii⁸⁵.

Ponadto omawiana koncepcja daje równie dobre efekty, co obecnie stosowane w tym zakresie metody. Sprawdzeniem tego może być porównanie granic *VaR* dla czynnika temperaturowego dla wybranego miasta w Polsce w stosunku do wartości przewidywanych niskich oraz przewidywanych wysokich, jakie to podaje np. AccuWeather. W takim przypadku rozpatrywana miara w znacznym stopniu pokrywa te przewidywania, mieszcząc się w ich granicach.

Dokonując podsumowania opisanych wcześniej wniosków co do opisanej w monografii koncepcji *Weather-VaR*, należy zawsze rozważyć jej mocne i słabe strony. Koncepcja ta:

- określa prawdopodobieństwo wystąpienia zmiany wartości czynnika pogodowego,
- daje jasną informację o przewidywanym stanie danego czynnika pogodowego,

⁸⁴ Należy je oczywiście odpowiednio przeskalować, aby „pozbyć się” wartości ujemnych.

⁸⁵ Autor jedynie chce zwrócić uwagę na ewentualne szersze znaczenie wynikające ze stosowania tego typu analiz przy badaniu zmian następujących w pogodzie.

- pozwala w dużym stopniu w ujęciu jej funkcji prognostycznej na zwiększenie precyzji wyceny pogodowych instrumentów pochodnych, o ile potraktujemy dany czynnik pogodowy jako instrument bazowy,
- daje większą pewność w sytuacji zawierania pogodowych umów terminowych,
- wyraża ryzyko w sposób stosunkowo łatwy do zinterpretowania, a ponadto pozwala na jego ograniczanie,
- dzięki ujęciu przedziałowości pozwala na swego rodzaju „panowanie” nad zmianami pogody i w znacznym stopniu na ograniczenie strat finansowych,
- pozwala na wyznaczenie pewnych trendów w zmianach czynników pogodowych przez możliwość wyznaczenia „stożków prognozy”,
- umożliwia wzmocnienie wskazań przez np. zastosowanie dodatkowej analizy bootstrapowej,
- wpisuje się w koncepcję procesu zarządzania ryzykiem pogodowym,
- jest powszechnie stosowana i uniwersalna.

Odnosząc się z kolei do wad, należy wymienić następujące jej cechy:

- nie daje odpowiedzi na pytanie, jakie będą zmiany poza jej granicami, czyli co się stanie, jeśli jej wartość zostanie przekroczona,
- wyniki oszacowań wrażliwe są na metodę estymacji,
- szacunki parametrów modeli klasy GARCH 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,
- niemożliwe jest jej wykorzystanie dla dziennych wielkości opadów atmosferycznych, gdyż wielkość ta w tego typu okresach jest w pewnym sensie zmienną dychotomiczną,
- sezonowość w dłuższych okresach wyklucza jej stosowanie, należy wówczas skorzystać z innych metod, jak np. metoda TBATS.

Odnosząc się do samego procesu zarządzania ryzykiem pogodowym (*Weather Risk Management*), mimo nieco odmiennego podejścia do szacunków wartości narażonej na ryzyko niż to ma miejsce w dostępnej literaturze, zwanej również w tym wypadku *Weather-VaR*, należy wskazać na jego wyraźne umocowanie w naukach o finansach. Fakt ten został wielokrotnie potwierdzany w prezentowanej monografii przez wskazanie argumentów o tym świadczących. Kompleksowe podejście do prezentowanego zagadnienia wymaga odnośników do instrumentów pochodnych, transakcji dokonywanych na tychże instrumentach, jak i bardziej uregulowanego rynku ubezpieczeń.

Dodatkowym atutem przemawiającym za znaczeniem poruszanych problemów dla nauki o finansach, poza aspektami przedstawionymi w samej monografii, są raporty, np. „Royal Society” (Society, 2014), które wskazują, że systemy

finansowe muszą uwzględniać warunki pogodowe. Publikacje te stanowią o tym, że:

- wymagane są zmiany w globalnej rachunkowości finansowej oraz regulacjach mających gwarantować prawidłowe uwzględnienie ryzyka pogodowego,
- na podstawie doświadczeń z branży reasekuracyjnej konieczne staje się poddanie testom tzw. warunków skrajnych, które to obejmowałyby zgłaszanie maksymalnych prawdopodobnych strat spowodowanych zdarzeniami pogodowymi w odniesieniu do aktywów obrotowych oraz wszelkich operacji,
- nieodzownym elementem podejmowanych decyzji inwestycyjnych i ratingów kredytowych powinno być uwzględnienie ryzyka pogodowego, które to koncentrują się na ustalonych zagrożeniach, jak np. dostępność wykwalifikowanej siły roboczej, dostęp do rynków eksportowych, polityczna i gospodarcza stabilność czy też zachęty finansowe, i nie biorą pod uwagę zagrożeń płynących ze zmieniających się stanów pogodowych.

Dopóki ryzyko pogodowe nie zostanie dokładnie skwantyfikowane, podmioty gospodarcze będą miały ograniczone możliwości jego redukcji, a wszelkie wyceny i decyzje inwestycyjne będą w dalszym ciągu słabo osadzone.

Chociaż niektóre informacje o zagrożeniach atmosferycznych są już uwzględniane i wykorzystywane przez inwestorów, dane i procedury nie są ujednolicone, co może ograniczać ich przydatność. Próby zmierzające do opisu skutecznego zarządzania ryzykiem pogodowym nabierają obecnie znaczenia i przyczyniają się do rozwoju nauki w tym zakresie. Tylko to podejście pozwoli na redukcję tzw. *climate VaR* do zadawalającego poziomu (Dietz, Bowen, Dixon i Gradwell, 2016).

K. Jajuga (2012) w jednym ze swoich wykładów na temat przemian w nauce o finansach stwierdził, że „nie ulega wątpliwości, że modele proponowane przez teorię stają się coraz bardziej skomplikowane. Z jednej strony coraz łatwiej jest je stosować z uwagi na postępy w technologii informacyjnej, ale z drugiej strony modele stają się coraz mniej przejrzyste dla użytkownika”. Opisane w monografii ujęcie wartości narażonej na ryzyko staje się bardziej zasadne i nabiera na wartości. Po pierwsze, metodologia ta jest wyjątkowo powszechna, mimo często trudniejszych obliczeń, po drugie, w większości przedstawionych przypadków jest ona skuteczna.

W tym samym wykładzie K. Jajuga podaje, że „nowe narzędzia teoretyczne coraz częściej tworzone są na potrzeby praktyki, co oznacza, że najpierw pojawia się problem praktyczny, do którego rozwiązania znajduje się narzędzie teoretyczne (...), a pomysły teoretyczne są szybko weryfikowane w praktyce”. Konkludując zatem „nauka jest coraz bardziej praktyczna, praktyka zaś coraz bardziej naukowa”. Zdaniem autora monografii słowa te również zdają się mieć swoje umocowanie w przedstawionych rozważaniach, gdyż *Weather-VaR*, będące do tej pory wyłącznie pewną teoretyczną koncepcją modelowania stanów pogodowych,

zostało wcielone w praktykę. Oprócz procesu wdrożenia wskazano także zalety i wady z niego płynące.

Wydaje się więc, że wszelkie próby, bardziej bądź mniej doskonałe, zmierzające do poprawy modelowania otaczających nas zjawisk, powinny być stale czynione. Tylko w ten sposób świat będzie się rozwijał, tworząc to nowe mechanizmy ułatwiające podejmowane decyzji dnia codziennego.

Bibliografia

- Adamska A. (2014). *Ryzyko i odpowiedzialność*. *Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia*, nr (67), s. 177-184.
- Ahn M., Fallon W. (1991). *Strategic risk management. How global corporations manage financial risk for competitive advantage*. Londyn.
- Alaton P., Djeniche B., Stillberger D. (2002). *On modelling and pricing weather derivatives*. *Applied Mathematical Finance*, vol. 9.
- Ansoff H. (1984). *Implanting Strategic Management*. Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.
- Arrow K. (1979). *Eseje z teorii ryzyka*. PWN, Warszawa.
- Banek T. (2000). *Rachunek ryzyka*. Centrum Badawczo-Szkoleniowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Zamościu, Lublin.
- Banks E. (2002). *Weather Fundamentals*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management*. Palgrave.
- Banks E. (2002). *Weather Risk Management. Market, Products and Applications*. Palgrave Macmillan, UK.
- Bee Dagum E., Bainconcini S. (2016). *Seasonal Adjustment Methods and Real Time Trend-Cycle Estimation*. Springer.
- Bennet D. (2000). *Ryzyko walutowe – instrumenty i strategie zabezpieczające*. Dom Wydawniczy ABC.
- Bennett D. (2000). *Ryzyko walutowe*. Dom Wydawniczy ABC, Warszawa.
- Benth F., Benth J. (2005). *Stochastic modelling of temperature variations with a view towards weather derivatives*. *Appl. Math. Finance*, no 12(1), s. 53-85.
- Bernstein P.L. (1997). *Przeciw Bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka*. WIG-Press, Warszawa.
- Best P. (2000). *Wartość narażona na ryzyko*. Dom Wydawniczy ABC, Kraków.
- Bieczyński S. (1977). *Ryzyko i odpowiedzialność organizacji gospodarczych*. *Ekonomista*, nr 3.
- Biello D. (2002). *New entrants take chill off weather market*. *Environmental Finance*, November, pp. 14-15.
- Bigano A., Gorla A., Hamilton J., Tol R.S. (2005). *The effect of climate change and extreme weather events on tourism*, [w:] A. Lanza, A. Markandya, F. Pigliaru, *The Economics of Tourism and Sustainable Development*, Northampton, pp. 173-197.
- Bizon-Górecka J. (2004). *Koszty w przedsiębiorstwie w ujęciu komplementarnym*. *Rynek Terminowy*, nr 2.
- Bloch A. (1994). *Prawa Murphy'ego*. Wibet 2, Warszawa.

- Bochenek M. (2012). *Kilka refleksji na temat kryzysu, ryzyka i niepewności*. Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Toruniu, nr 11(11), s. 103-116.
- Bodecker F. (2002). *Weather derivatives. Time for the markets to start working*. Articles & Featured Stories.
- Boissonnade A., Heitkemper L., Whitehead D. (2002). *Weather Data. Cleaning and Enhancement*, [w:] B. Dischel, *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books.
- Bollerslev T. (1986). *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*. Journal of Econometrics, no (31).
- Bollerslev T. (1987). *A Conditional Heteroskedastic Model for Speculative Prices and Rates of Return*. Review of Economics and Statistics, no. 69.
- Borowiecki R. (red.) (1996). *Efektywność przedsięwzięć rozwojowych. Metody – analiza – przykłady*. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Warszawa–Kraków.
- Borucki W., Ignasiak E., Marcinkowski J., Sikora W. (2001). *Badania operacyjne*. PWE, Warszawa.
- Box G., Cox D. (1964). *An analysis of transformations*. Journal of the Royal Statistical Society, Series B, no. 26(2), pp. 211-252.
- Box G., Jenkins G. (1976). *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. Holden Day, San Francisco.
- Brabazon T., O Idowu S. (2002). *Weather derivatives*. Accountancy Ireland, no. 7-9.
- Bratu M. (2012). *A Comparison of Two Quantitative Forecasting Methods for Macroeconomic Indicators in Romania*. Journal of Management and Change, no. 29.
- Breusch T., Pagan A. (1979). *A Simple Test of Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation*. Econometrica, no. 47, pp. 1287-1294.
- Brix A., Jewson S. (2001). *Sunny Outlook for Weather Investors?* Environmental Finance, November, pp.148-191.
- Brix A., Jewson S. (2005). *Weather Derivative Valuation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Brockett J., Wang M., Yang C. (2005). *Weather derivatives and weather risk management*. Risk Management and Insurance Review, no. 8(1).
- Brockwell P., Davis R. (1996). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer, New York.
- Brożyna J., Mentel G., Szetela B. (2016). *A Mid-Term Forecast of Maximum Demand for Electricity in Poland*. Montenegrin Journal of Economics, no. 12(2), pp. 73-88.
- Buhlmann P. (1997). *Sieve bootstrap for time series*. Bernoulli, no. 3(2), pp. 123-148.
- Burczyc A. (2012). *Ustawa Sarbanesa-Oxleya i jej następstwa dla działalności audytorów oraz zarządów spółek*, [w:] B. Nita (red.). *Rachunkowość zarządcza w działalności przedsiębiorstw i instytucji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Burnecki K., Kukła G. (2001). *Instrumenty finansowe a ryzyko pogodowe*. Asekuracja&Re, no. 10(57).
- Burnecki K., Kukł G. (2000). *Reasekuracja ryzyk ubezpieczeniowych na runku kapitałowym*. Rynek Terminowy, no. 4(2000), pp. 129-132.

- Buschgen H. (1997). *Przedsiębiorstwo bankowe*, t. 2. Poltext, Warszawa.
- Caifa F. (2002). *Weather Note Securitisation*, [w:] W.B. Dischel, B. Dischel (red.), *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books, pp. 231-232.
- Cambell S. (2005). *A Review of Backtesting and Backtesting Procedures*. Federal Reserve Board, Washington.
- Campbell S., Diebold F. (2005). *Weather Forecasting for Weather Derivatives*. Journal of the American Statistical Association, vol. 100, no. 469.
- Cantillon R. (1938). *Ogólne rozważania nad naturalnymi prawami handlu (Essai sur la nature du commerce en général)*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.
- Cantillon R. (1979). *Essai de la nature du commerce en général (Tom Texte manuscrit de la Bibliothèque de Rouen. Avec le texte de l'édition originale de 1755 et une étude bibliographique par T. Tsuda)*. Kinokuniya Book-Store, Tokyo.
- Cao M., Wei J. (2001). *The nature and use of weather derivatives*. Alternative Investment Conference, November, 20.
- Cao M., Li A., Wei J. (2003). *Weather Derivatives. A New Class of Financial Instruments*. Papers of University of Toronto, Toronto.
- Caporin M., Preš J. (2013). *Forecasting Temperature Indices Density with Time-Varying Long-Memory Models*. Journal of Forecasting, no. 32(4), pp. 339-352.
- Chen G., Roberts M. (2004). *Weather Derivatives in the Presence of Index and Geographical Basis Risk. Hedging Dairy Profit Risk*. Applied Commodity Price Analysis, Forecasting and Market Risk Management. St. Louis.
- Chen J., Wang W., Huang C. (1995). *Analysis of an Adaptive Time-Series Autoregressive Moving-Average (ARMA) Model for Short-Term Load Forecasting*. Electric Power Systems Research, no. 34, pp. 187-196.
- Chorafas D.N. (2004). *Operational Risk Control with Basel II*. Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington.
- Chow G.C. (1960). *Test of Equality between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions*. Econometrica, no. 28(3), pp. 591-605.
- Christoffersen P. (1998). *Evaluating Interval Forecasts*. International Economic Review, no. (39), pp. 841-862.
- Clemen R. (1991). *Making Hard decision. An Introduction to Decision Analysis*. Wadsworth, Belmont.
- Clemmons L. (2002). *Introduction to Weather Risk Management*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management. Markets, Products and Applications*. Palgrave, New York.
- Clemmons L., Radulski D. (2002). *The Economics of Weather*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management*. Palgrave.
- Cogen J. (1998). *What is weather risk?* PMA OnLine Magazine.
- Columbus (1998). *The Human Choice and Climate Change (HCCC)*. Batelle Press, Ohio.
- Connors R. (2003). *Weather Derivatives Allow Construction to Hedge Weather Risk*. Cost Engineering, vol. 45, no. 3, pp. 21-24.
- Cooper V., O'Hearne B. (2004). *Commentary in case of draft white paper*. WRMA Library.

- Corbally M., Dang P. (2002). *Underlying Markets and Indexes*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management. Markets, Products and Applications*. Palgrave, New York, pp. 87-104.
- Courtney H., Kirkland J., Viguierie P. (2004). *Strategia w warunkach niepewności*, [w:] *Zarządzanie w warunkach niepewności*. Helion, Gliwice.
- Crnkovic C., Drachman J. (1997). *Quality Control in VaR. Undersanding and Applying Value-at-Risk*. Risk Publications, London.
- Crowder S. (1987). *Run-Lenght Distributions of EWMA Charts*. Technometrics, no. 29.
- Cyr D., Kusy M. (2007). *Identyfikation of Stochastic Processes for an Estimated Icewine Temperature Hednging Variable*, [w:] V. Ginsburgh, *AAWE Working Paper*, no. 5.
- Czekaj Z. (2016). *Derywaty pogodowe jako instrumenty zarządzania ryzykiem pogodowym*. Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Spocjologiczny, s. 217-228.
- Daliga M. (2011). *Przegląd międzynarodowych standardów i metodyk zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie*. InProgress.
- de Andrade L., da Silva I. (2009). *Very Short-Term Load Forecasting Based on ARIMA Model and Intelligent Systems*. Curitiba. IEEE, s. 1-6.
- De Livera A., Hyndman R., Snydera R. (2011). *Forecasting Time Series With Complex Seasonal Patterns Using Exponential Smoothing*. Journal of the American Statistical Association, no. 106(496), pp. 1513-1527.
- de Wit B., Meyer R. (2007). *Synteza strategii*. PWN, Warszawa.
- Dell M., Jones B., Olken B. (2014). *What do we learn from the weather? The new climate-economy literature*. Journal of Economic Literature, no. 52(3), pp. 740-798.
- Dębski W. (2007). *Rynek finansowy i jego mechanizmy*. PWN, Warszawa.
- Dietz S., Bowen A., Dixon C., Gradwell P. (2016). *Climate value at risk' of global financial assets*. Nature Climate Change, pp. 1-5.
- Dischel B. (1999). *Weather Risk Management at the Frozen Falls Fuel Company*. Chicago Mercantile Exchange, pp. 90-94.
- Dischel B. (2001, August). *Double Trouble. Hedging Rainfall and Temperature*. Weather Risk Special Report, Energy and Power Risk Management.
- Dischel B. (2002). *Introduction to the Weather Market. Dawn to Mid-Morning*, [w:] B. Dischel, *Climate Risk at the Weather Market*. Risk Books.
- Dobbins R., Frąckowiak W., Witt S. (1992). *Praktyczne zarządzanie kapitałami firmy*. PAANPOL, Poznań.
- Dobija M., Dobija D., Kuchmacz J. (1993). *Inwestowanie i kredytowanie*. Centrum Kreowania Liderów, Skierniewice.
- Doman R., Doman M. (2009). *Modelowanie zmienności i ryzyka. Metody ekonometrii finansowej*. Wolters Kluwer, Kraków.
- Domański C., Pruska K. (2000). *Nieklasyczne metody statystyczne*. PWE, Warszawa.
- Dosi C., Moretto M. (2003). *Global Warming and Financial Umbrellas*. The Journal of Risk Finance, pp. 18-25.
- Drewnowski J. (1937). *Przyczynek do teorii przedsiębiorstwa*. Towarzystwo Ekonomistów i Statystyków Polskich, Warszawa.
- Drucker P. (1976). *Skuteczne zarządzanie*. PWN, Warszawa.

- Drucker P. (1990). *The Emergency Theory of Manufacturing*. Harvard Business Review, nr 3.
- Drulik J. (1993). *Inżynieria zarządzania*. Andrzej Matczewski Publisher, Katowice.
- Durbin M. (2011). *All about derivatives*. McGraw-Hill, New York.
- Dutton J. (2002). *The Weather in Weather Risk*, [w:] B. Dischel, *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books.
- Dziawgo D. (2007). *Rynek finansowy. Istota – instrumenty – funkcjonowanie*. SKWP, Warszawa.
- Dziawgo D. (2012). *Credit rating na międzynarodowym rynku finansowym*. PWE, Warszawa.
- Efron B. (1979). *Bootstrap methods. Another look at the jackknife*. Annals of Statistics, no. 7, pp. 1-26.
- Elliot D., Swartz E., Herbane B. (1999). *Just waiting for the next big bang: business continuity planning in the UK finance sector*. Journal of Applied Management Studies, no. 8, pp. 43-60.
- Engle R. (1982). *Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of UK inflation*. Econometrica, no. 50.
- Erich C. (2003). *Weather Risk Management*. Journal of Financial Regulation and Compliance, May.
- ERisk (2001). *ERisk Technical Document*. ERisk, New York.
- Framework for Risk Management* (2005). European Foundation for Quality Management, Brussels.
- Fierla A. (2014). *Opcje na indeksy WIG20 i WIG30. Strategie spekulacji*. SGH, Warszawa.
- Fiszeder P. (2009). *Modele klasy GARCH w empirycznych badaniach finansowych*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Forrest P. (2002). *A Case Study of Heating Oil Partners' Weather Hedging Experience*, [w:] B. Dischel, B. Dischel (red.), *Climate Risk and the Weather Market*, Risk Books.
- Forrest P. (2002). *A Case Study of Heating Oil Partners. Weather Hedging Experience*, [w:] B. Dischel, *Climate Risk and the Weather Market*, Risk Books.
- Foster K. (2003). *The trouble with normalisation*. Energy and Power Risk Management, July.
- Francford A. (1991). *The American Economic System. Financial analysis. Wybrane problemy finansów w amerykańskim systemie ekonomicznym*. Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław.
- Freedman D.A. (1981). *Bootstrapping regression models*. Annals of Statistics, no. 9, pp. 1218-1228.
- Gajda J.B. (2004). *Ekonometria*. C.H. Beck, Warszawa.
- Gardner E. (1985). *Exponential smoothing. The state of the art*. Journal of Forecasting, no. 4(1), pp.1-28.
- Gardner J., McKenzie E. (1985). *Forecasting trends in time series*. Management Science, no. 31(10), pp. 1237-1246.

- Gardner L. (2003). *New Options for managing Agricultural Weather Risk*. CPCU Journal, CPCU Society.
- Gardner M.J., Mills D.L. (1988). *Managing Financial Institutions. An Asset/Liability Approach*. The Dryden Press, Chicago.
- Gautam J., Foster D. (2000). *Come rain, come shine*. Weather Risk, August.
- German H., Leonardi M. (2005). *Alternative Approaches to Weather Derivatives Pricing*. Managerial Finance, vol. 31, no. 6.
- Ghiulnara A., Viegas C. (2010). *Introduction of weather-derivative concepts. Perspectives for Portugal*. The Journal of Risk Finance, no. 11(1), pp. 9-19.
- Ghorbel A., Trabelsi A. (2008). *Predictive performance of conditional Extreme Value Theory in Value-at-Risk estimation*. International Journal of Monetary Economics and Finance, no. 2(1), pp. 121-148.
- Göncü A. (2012). *Pricing Temperature-based Weather Derivatives in China*. The Journal of Risk Finance, no. 13(1), pp. 32-44.
- Green C. (2014). *Measuring business continuity programmes in large organisations*. Journal of Business Continuity & Emergency Planning, no. 8(1).
- Groebner D., Shannon P. (1993). *Business Statistics. A Decision Making Approach*, 4th ed. Macmillan, New York.
- Grover A., Kapoor A., Horvitz E. (2015). *A Deep Hybrid Model for Weather Forecasting*. KDD'15 Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM Press, New York, pp. 379-386.
- Grzybowski W. (1967). *Niepewność i ryzyko w gospodarce planowanej*. UMCS, Lublin.
- Grzybowski W. (1994). *Przedsiębiorczość i ryzyko w gospodarce rynkowej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Grzybowski W. (1995). *Przedsiębiorczość, niepewność, zysk*. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Gubiński A. (1960). *Ryzyko nowatorstwa*. Państwo i Prawo, no. 1.
- Haggerty J. (2001). *Weather Derivatives. IFC Moves to Assist Developing Economies*. International Financing Review, no. 1414.
- Hall E.M. (1997). *Managing Risk. Method for software systems development*. Addison-Wesley Longman, Massachusetts.
- Hall P. (1992). *The Bootstrap and Edgeworth Expansion*. Springer Verlag, New York.
- Harvey A. (1989). *Forecasting structural time series models and the Kalman filter*. Cambridge Books. Cambridge University Press.
- Hass M. (2001). *New Methods in Backtesting*. CAESAR.
- Henderson R. (2002). *Pricing Weather Risk*, [w:] E. Banks (ed.), *Weather Risk Management*. Palgrave.
- Hennessey J. (1977). *Some aspects of wind power statistics*. Journal of Applied Meteorology, no. 16, pp. 119-129.
- Hertz D. (1964). *Risk analysis in capital investment*. Harvard Business Review, New York.
- Hess U., Richter K., Stoppa A. (2002). *Weather Risk Management for Agriculture and Agri-Business in Developing Countries*, [w:] R. Dischel, R. Dischel (ed.), *Climate Risk and the Weather Market*. International Finance Corporation (IFC).

- Hick J. (1948). *Value at Capital*, wyd. 2. Clarendon Press, Oxford.
- Holscher R. (1987). *Risikokosten. Management in Kreditinstituten*. Knapp, Frankfurt.
- Holt C. (1957). *Forecasting Trends and Seasonals by Exponentially Weighted Averages*. Carnegie Institute of Technology. Pittsburgh Office of Naval Research Memorandum, no. 52.
- Horenko I., Klein R., Dolaptchiev S., Schutte C. (2008). *Automated Generation of Reduced Stochastic Weather Models I. Simultaneous dimension and model reduction for time series analysis*. Multiscale Modeling & Simulation, no. 6(4), pp. 1125-1145.
- Horowitz J.L. (2001). *The Bootstrap and Hypothesis Tests in Econometrics*. Journal of Econometrics, no. 100, pp. 37-40.
- Hull J. (2009). *Options, futures and other derivatives*. Pearson Education Inc., New Jersey.
- Hull J. (2010). *Risk Management and Financial Institutions*. Pearson, Boston.
- Hunek J. (1989). *Systemy wczesnego ostrzegania*. Przegląd Organizacji, nr 5.
- Hyndman R., Koehler A. (2006). *Another look at measures of forecast accuracy*. International Journal of Forecasting, no. 22(4), pp. 679-688.
- Hyndman R., Koehler A., Ord J., Snyder R. (2008). *Forecasting with Exponential Smoothing. The State Space Approach*. New York, Springer.
- Hyndman R., Koehler A., Snyder R., Grose S. (2002). *A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods*. International Journal of Forecasting, no. 18(3), pp. 439-454.
- Institution B.S. (2010). *Risk Management. Risk Assessment Techniques (IEC/ISO 31010:2009)*. BSI Standards Publication, London.
- Iwonicz-Drozdowska M. (2010). *Bankowość zagadnienia podstawowe*. Poltext, Warszawa.
- Jajuga K. (2000). *Miary ryzyka rynkowego. Część trzecia*. Rynek Terminowy, nr 8(2).
- Jajuga K. (2007). *Elementy nauki o finansach*. PWE, Warszawa.
- Jajuga K. (2012). *Modele matematyczne na rynkach finansowych. Kamień milowy czy narzędzie destrukcji? Wykład prezentowany przez Profesora Krzysztofa Jajugę podczas uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*. Kraków.
- Jajuga K. (red.). (2014). *Zarządzanie ryzykiem*. PWN, Warszawa.
- Jajuga K., Jajuga T. (1996). *Inwestycje. Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. PWN, Warszawa.
- Jajuga K., Kuziak K., Markowski P. (1998). *Rynek kapitałowy. Inwestycje finansowe*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu im. Oskara Langego, Wrocław.
- Jajuga K., Kuziak K., Papla D. (1999). *Ryzyko wybranych instrumentów polskiego rynku finansowego. Część I*. Rynek Terminowy, no. 6/99.
- Janc A., Biegański M. (2001). *Hedging i nowoczesne usługi finansowe*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Jasińska J. (2015). *Zmiany w organizacjach. Sprawne zarządzanie, sytuacje kryzysowe i warunki osiągnięcia sukcesu*. FREL, Warszawa.

- Jaworski W., Zawadzka Z. (2008). *Bankowość. Podręcznik akademicki*. Poltext, Warszawa.
- Jedynak P., Szydło S. (1977). *Zarządzanie ryzykiem*. Ossolineum, Wrocław–Warszawa–Kraków.
- Jewson S. (2001). *Use of GCM Forecast in Financial-Meteorological Models*. Proceedings of the 25th Climate Diagnostics Workshop. US Department of Commerce, pp. 2-4.
- Jewson S. (2001). *Weather Risk and Weather Data*. Environmental Finance, no. 2-3.
- Jewson S. (2002). *The use of weather forecast in the pricing of weather derivatives*. Meteorological Applications, no. 3.
- Jewson S., Brix A. (2005). *Weather Derivative Valuation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jewson S., Brix A. (2010). *Weather Derivative Valuation. The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jędralska K. (1992). *Zachowania przedsiębiorstw w sytuacjach niepewnych i ryzykownych*. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
- Jędrzejczyk Z., Kukuła K. (red.), Skrzypek J., Walkosz A. (2007). *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*. PWN, Warszawa.
- Jędrzejczyk Z., Skrzypek J., Kukuła K. (red.), Walkosz A. (2001). *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Johansen A., Halvorsen S.B., Haddadic A., Langlo J.A. (2014). *Uncertainty Management. A Methodological Framework Beyond „The Six W’s”*. Procedia. Social and Behavioral Sciences, no. 119, pp. 566-575.
- Jorion P. (2007). *Value at Risk. The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3rd ed. McGraw-Hill.
- Jurasz J., Mikulik J., Piasecki A. (2016). *Wpływ zmienności temperatury na zapotrzebowanie na moc elektryczną w Polsce w latach 2002-2015*. Przegląd Elektrotechniczny, no. 9, pp. 257-261.
- Kachniewska M., Niezgoda A., Nawrocka E., Pawlicz A. (2012). *Rynek turystyczny. Ekonomiczne zagrożenia turystyki*. Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- Kaczmarek T. (2005). *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem*. Wydawnictwo Difin, Warszawa.
- Karmańska A. (red.) (2008). *Ryzyko w rachunkowości*. Difin, Warszawa.
- Katz R.W., Murphy A.H. (2005). *Economic Value of Weather and Climate Forecasts*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kendall R. (1998). *Zarządzanie ryzykiem dla menedżerów*. Liber, Warszawa.
- Kendall R. (2000). *Zarządzanie ryzykiem dla menedżerów. Praktyczne podejście do kontrolowania ryzyka*. Liber, Warszawa.
- Kerkhoff J., Melenberg B. (2003). *Backtesting for Risk-Based Regulatory Capital*. Working Paper. Tilburg University.
- Keynes J. (1921). *Tretise on Probability*. MacMillan and Co., London.
- Kildow B.A. (2011). *A Supply Chain Management Guide to Busieness Continuity*. Amacom, New York.
- Kiziukiewicz T. (red.) (2004). *Rachunkowość zarządcza*. Ekspert, Wrocław.

- Knight F. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Houghton Mifflin, Boston.
- Kołodko W. (1992). *Któreśy do źródeł wzrostu* (1) i (2). *Życie Gospodarcze*, nr 28.
- Kostrzewski M. (1993). *Jak ograniczyć ryzyko?* *Businessman Magazine*, nr 7.
- Kozielecki J. (1963). *Psychologia procesów przeddecyzyjnych*. PWN, Warszawa.
- Koźmiński A.K. (2004). *Zarządzanie w warunkach niepewności. Podręcznik dla zaawansowanych*. PWN, Warszawa.
- Koźmiński A.K., Latusek-Jurczak D. (2011). *Rozwój teorii organizacji*. Wolters Kluwer, Warszawa.
- Kramer S. (2004). *Weather Derivatives or Insutance. The Importance of on Accurate Designation*. *Futures and Derivatives Law Report*, vol. 24(3), pp. 10-14.
- Kraśniński P. (2006). *Instrumenty pochodne w zarządzaniu ryzykiem przedsiębiorstw* (T. Waśnicki red.). Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa.
- Kreim E. (1988). *Zukunftsorientierte Kreditscheidung*. Gabler, Wiesbaden.
- Krupa M. (2002). *Ryzyko i niepewność w zarządzaniu firmą*. Antykwa, Kraków–Kluczbork
- Ku A. (2001). *Betting on the weather*. *Global Energy Business*, no. 28.
- Kufel T. (2007). *Ryzyko i jego analiza na potrzeby audytu wewnętrznego*. *Audyt wewnętrzny w jednostkach sektora finansów publicznych* (T. Kiziukiewicz red.). Difin, Warszawa.
- Kupczyk J. (2003). *Analiza ekonometryczna indeksów pogodowych instrumentów pochodnych*. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu*, 1006.
- Kupczyk J. (2006). *Instrumenty finansowe w zarządzaniu ryzykiem pogodowym* (praca doktorska). Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław.
- Kupiec P. (1995). *Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models*. *Journal of Derivatives*, no. 3, pp. 73-84.
- Köberl J., Pretenthaler F., Bird D. (2015). *Modelling climate change impacts on tourism demand. A comparative study from Sardinia (Italy) and Cap Bon (Tunisia)*. *Sci. Total Environ*, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.099> (dostęp: 28.08.2017 r.).
- L'opez Cabrera B., Hardle W. (2007). *Weather Derivatives*. CASE-Center for Applied Statistics and Economics, Humboldt-Universitat zu Berlin, Berlin.
- Lahiri S.N. (2003). *Resampling Methods for Dependent Data*. *Series in Statistics*, Springer.
- Lancaster G., Massinham L. (1993). *Marketing Management*. McGraw Hill, London.
- Lange O. (1967). *Optymalne decyzje. Zasady programowania*. PWN, Warszawa.
- Lazo J. (2012, 2(4)). *Economic of weather*. *APEC Research Center of Typhoon and Society*, no. 2(4), pp. 27-29.
- Lazo J.K., Lawson M., Larsen P.H., Waldman D.M. (2011). *U.S. Economic Sensitivity to Weather Variability*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, no. 92, pp. 709-720.
- Lee C., Ko C. (2011). *Short-term Load Forecasting Using Lifting Scheme and ARIMA Models*. *Expert Systems with Applications*, no. 38, pp. 5902-5911.
- Leggio K.B., Lien D. (2002). *Hedging Gas Bills with Weather Derivatives*. *Journal of Economics and Finance*, no. 26(1).

- Lerner J. (2004). *Answering Agriculture's Needs*. Environmental Finance.
- Leroy A. (2004). *Design and Valuation of Wind Derivatives*. Universite Libre de Bruxelles, Bruxelles.
- Leśkow J., Mokrzycka J., Krawiec K. (2011). *Zastosowanie funkcji kopuli w modelowaniu indeksów giełdowych*. Finansowy Kwartalnik Internetowy e-Finanse, no. 7(2), s. 1-18.
- Li H., Maddala G.S. (1996). *Bootstrapping time series models*. Econometric Reviews, no. 15, pp. 115-158.
- Lindholm D. (2015). *On Value-at-Risk and the more extreme. A study on quantitative market risk measurements*. Uppsala University, Uppsala.
- Liu R.Y. (1988). *Bootstrap procedure under some non-i.i.d. models*. Annals of Statistics, no. 16, pp. 1696-1708.
- Longerstaey J., Spencer M. (1996). *RiskMetrics™ Technical Document*. Morgan Guaranty Trust Company of New York, New York.
- Lusztyn M. (2000). *Value at Risk. Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*. Warszawski Instytut Bankowości, Warszawa.
- Lyon P. (2003, May). *Weathering the storm*. Energy Risk, vol. 8, no. 2, pp. 21-23.
- Łunarski J. (2010). *Inżynieria systemów i analiza systemowa*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów.
- Machowiak W., Staniec I. (2007). *Nie ma jednego sposobu zarządzania ryzykiem*. CFO Magazyn Finansistów, nr 9, s. 11-14.
- Majewska A. (2013). *Instrumenty pochodne jako narzędzia wspomagające zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*. Volumina.pl, Szczecin.
- Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H. (1997). *Konkurencja i kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych*. PWN, Warszawa.
- Malinow M. (2002). *End users*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management. Markets, Products and Applications*. New York, pp. 66-84.
- Malinow M. (2002). *End Users*, [w:] E. Banks, *Weather Risk Management*. Palgrave.
- Małyżek E. (2015). *Wybrane aspekty ryzyka w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, [w:] R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole, s. 914-925.
- Marchuk G. (2012). *Numerical methods in weather prediction*. Elsevier.
- Marcinkowska M. (2009). *Standardy kapitałowe banków. Bazylejska Nowa Umowa Kapitałowa w polskich regulacjach nadzorczych*. Regan Press, Gdańsk.
- Markowitz H. (1952). *Portfolio selection*. Journal of Finance, no. VII(1).
- Marszak J., Redner R. (1977). *Ekonomiczna teoria zespołów*. PWE, Warszawa.
- Mathias A. (2003). *Summer Season Still in the Shadow*. Environmental Finance, pp. 24-25.
- Matuszewski A. (1996). *Metoda analityczna oceny ryzyka podejmowanych przedsięwzięć rozwojowych*. Przemysł Drzewny, nr 8.
- Mayo H. (1997). *Wstęp do inwestowania*. Liber, Warszawa.
- McIntyre R. (2001). *Weather Risk Management*. Conference Materials, WRMA.

- McIntyre R., Windle B. (2004). *Experiences in the Application of Cross-Commodity Weather Options to Hedge Energy Market Risk*. Conference Materials, WRMA.
- McNamee D. (2004). *Oszacowanie ryzyka w audycie wewnętrznym i zarządzaniu*. Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa.
- McNeil A., Frey R., Embrechts P. (2005). *Quantitative Risk Management. Concepts, Techniques and Tools*. Princeton University Press, New Jersey.
- McWilliams D. (2004). *Does The Weather Affect The European Economy?* Conference Materials, WRMA.
- Melonek M. (2011). *Porównanie wyników weryfikacji modeli numerycznych prognoz pogody działających operacyjnie w ICM*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 6, s. 31-42.
- Mentel G. (2008). *Hybrid Concepts of Long-Term Estimates for Value at Risk*. Folia Oeconomica Stetinensia, no. 7(1), pp. 1-12, doi:<https://doi.org/10.2478/v10031-008-0004-0> (dostęp: 28.07.2017 r.).
- Mentel G. (2011). *Value at Risk w warunkach polskiego rynku kapitałowego*. Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa.
- Mentel G. (2012). *Ryzyko rynku akcji*. Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa.
- Mentel G. (2013). *Parametric or Non-Parametric Estimation of Value-At-Risk*. International Journal of Business and Management, no. 8(11), pp. 103-112.
- Mentel G., Brożyna J. (2014). *Historical Data in the Context of Risk Prediction*. International Journal of Business and Social Research, no. 4(1), pp. 48-60.
- Mentel G., Brożyna J. (2015). *Decay Factor as a determinant of Forecasting Models*. International Journal of Economics and Finance, no. 7(1), pp. 118-128, doi:10.5539/ijef.v7n1p118 (dostęp: 14.09.2017 r.).
- Mesjasz C. (2008). *Przewidywanie we współczesnym zarządzaniu strategicznym*. Organizacja i kierowanie, nr 8-10.
- Michalak D. (2011). *Derywaty pogodowe jako instrument efektywnego zarządzania ryzykiem pogodowym*. Acta Innovations, nr 1.
- Michalak D. (2014). *Konstrukcja instrumentu zabezpieczającego przed niekorzystnym wpływem niekatastroficznego ryzyka pogodowego*. Ekonomia XXI wieku, nr 3(3), s. 94-112.
- Michalski G., Kupczyk J. (2008). *Wpływ ryzyka pogodowego na finansową efektywność przedsiębiorstwa*, [w:] T. Dudycz, *Wartość jako kryterium efektywności*. Indygo Zahir Media, Wrocław, s. 101-110.
- Mina J., Yi C. (2001). *Return to Risk Metrics. The Evaluation of a Standard*. RiskMetrics Technical Documents, New York.
- Minc B. (1969). *O ryzyku i niepewności*. Ekonomista, nr 2.
- Minc B. (1975). *Systemy ekonomiczne*, tom 2. PWN, Warszawa.
- Minc B. (1982). *Współczesna ekonomia polityczna*. PWN, Warszawa.
- Monkiewicz J. (2000). *Podstawy ubezpieczeń. Tom I. Mechanizmy i funkcje*. Poltext, Warszawa.
- Mraoua M., Bari D. (2007). *Temperature Stochastic Modeling and Weather Derivatives Pricing. Emirical Study with Moroccan Data*. African Journals Online.

- Nahotko S. (1997). *Ryzyko ekonomiczne w działalności gospodarczej*. Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o., Bydgoszcz.
- NAIC (2003). *Weather Financial Instruments (Temperature). Insurance or Capital Markets Products?* NAIC.
- National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce (2016). *Earth System Research Laboratory - Physical Science Division*, <http://www.cdc.noaa.gov/map/images/ens/ens.html> (dostęp: 15.08.2017 r.).
- National Research Council (2003). *Fair Weather. Effective Partnerships in the Weather and Climate Service*. National Academies Press, Washington.
- Nicholls M. (2004). *Confounding the forecasts*. Environmental Finance.
- Nieborak T. (2004). *Pochodne instrumenty finansowe*. Difin, Warszawa.
- Nietyska B. (1967). *Eksperyment-ryzyko-odpowiedzialność karna*. Książka i Wiedza, Warszawa.
- Nowak E. (1993). *Analiza prognozy rentowności*. Wrocławska Biblioteka Współczesnego Menedżera, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław.
- Ogland P. (2014). *Mechanism Design for Total Quality Management. Using the Bootstrap Algorithm for Changing the Control Game*. Lulu Press, North Carolina.
- Ogrodnik M. (2013, kwiecień 22). *Prognozy meteorologiczne. Powstawanie, rodzaje, interpretacja*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Państwowy Instytut Badawczy.
- Olkiewicz A.M. (2012). *Ryzyko i jego wpływ na decyzje przedsiębiorstw*. *Finanse. Rynki Finansowe. Ubezpieczenia*, nr 56, s. 549-572.
- Orłowicz F. (1968). *Ryzyko gospodarcze a prawo karne*. Nowe Prawo.
- Osiatyński L. (1973). *Ryzyko w transakcjach handlu zagranicznego*. PWE, Warszawa.
- Osińska M., Fałdziński M. (2008). *GARCH and SV Models with Application of Extreme Value Theory*. *Dynamic Econometric Models*, nr 8, s. 45-52.
- Ostasiewicz W. (2003). *Niepewność i ryzyko*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
- Ostaszewski J. (1994). *Jak zarządzać finansami firmy*. Warszawa.
- Pappas S., Ekonomou L., Karamousantas D., Liatsis P. (2008). *Electricity Demand Loads Modeling using AutoRegressive Moving Average (ARMA) models*. *Energy*, no. 33(9), pp. 1353-1360.
- Pielichaty E. (1996). *Ocena efektywności lokat finansowych a ryzyko stopy procentowej. Metoda duration*. *Bank i Kredyt*, nr 59.
- Piontek K. (2001). *Heteroskedastyczność szeregu stóp zwrotu a koncepcja pomiaru ryzyka metodą VaR*. *Prace naukowe, Modelowanie preferencji a ryzyko*, s. 339-349.
- Piontek K. (2005). *Przegląd i porównanie metod oceny modeli VaR*. *Innowacje w finansach i ubezpieczeniach – metody matematyczne, ekonometryczne i informatyczne*.
- PMBOK (2008). *Project Management Body of Knowledge – PMBOK Guide*. Project Management Institute, Pennsylvania.
- Politis D.N., Romano J.P. (1994). *The Stationary Bootstrap*. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 89, nr 428, s. 1303-1313.

- Pollard J., Oldfield J., Randalls S., Thornes J. (2008). *Firm Finances. Weather Derivatives and Geography*. Geoforum, nr 39, s. 616-624.
- Popławski H. (1970). *Dopuszczalne ryzyko gospodarcze w przedsiębiorstwie*. Wydawnictwo PWE, Warszawa.
- Porter J. (2003). *Evaluation of the Global Weather Derivatives Market*, [w:] P. Field, *Modern Risk Management. A History*, 1st ed. Risk Books.
- Porter M. (1993). *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*. PWE, Warszawa.
- Praca zbiorowa (2001). *Leksykon finansów*. PWE, Warszawa.
- Preś J. (2007). *Zarządzanie ryzykiem pogodowym*. CeDeWu, Warszawa.
- Preś J. (2009). *Measuring noncatastrophic weather risks for businesses*. The Geneva Papers on Risk and Insurance, no. 34(3), pp. 425-439.
- Pretenthaler F., Koberla J., Bird D. (2016). *Weather Value at Risk'. A uniform approach to describe and compare sectoral income risks from climate change*. Science of the Total Environment, no. 543, pp. 1010-1018, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.035> (dostęp: 15.08.2017 r.).
- Survey Results* (2006). PricewaterhouseCoopers.
- Prus K., Świerszcz Ł. (2013). *Pochodne instrumenty kredytowe, instrumenty pogodowe i katastroficzne*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Pszczołkowski T. (1978). *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*. Ossolineum, Wrocław–Warszawa–Kaków–Gdańska.
- Radovanov B., Marcikić A. (2014). *A comparison of four different block bootstrap methods*. Croatian Operational Research Review, no. 5, pp. 189-202.
- Radzicki J. (1967). *Ryzyko zabiegów lekarskich w prawie karnym*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- Raspe A. (2002). *Legal and Regulatory Issue*, [w:] E. Banks (ed.), *Weather Risk Management*. Palgrave.
- Roberts J. (2002). *Weather Risk Management in the Alternative Risk Transfer Market*, [w:] B. Dischel, B. Dischel (ed.), *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books, pp. 223-227.
- Rolstadås A., Hetland P.W., Jergeas G.F., Westney R.E. (2011). *Risk Navigation Strategies for Major Capital Projects. Beyond the Myth of Predictability*. Springer-Verlag London Ltd., London.
- Ronka-Chmielowiec W. (1998). *Analiza i metody zmniejszania ryzyka w polskim systemie ubezpieczeń majątkowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- Ronka-Chmielowiec W., Jajuga K., Kuziak K., Kwiecień I. (2002). *Ubezpieczenia. Rynek i ryzyko*. Wydawnictwo PWE, Warszawa.
- Ross N. (2002). *European weather derivatives*. General Insurance Convention 2002. Institute and Faculty of Actuaries, pp. 11-12.
- Sadowski W. (1977). *Decyzje i prognozy*. PWE, Warszawa.
- Samecki W. (1967). *Ryzyko i niepewność w działalności przedsiębiorstwa przemysłowego*. PWE, Warszawa.
- Sangowski T. (1998). *Ubezpieczenia gospodarcze*. Wydawnictwo Poltext, Warszawa.

- Saunderson E. (2004, March). *Looking beyond the energy sector*. Environmental Finance.
- Schulzweida U., Quast R. (2005). *Climate Indices with CDO. Climate Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes*. CDO.
- Shackle G. (1967). *Time in Economics*. North Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Shorter J., Crawford T., Boucher R. (2002). *Skillful Seasonal Degree-day Forecasts and Their Utility in the Weather Derivatives Market*. 16th Conference on Probability and Statistics in the Atmospheric Science.
- Siegel J., Shim J., Hartman S. (1999). *Przewodnik po finansach*. PWN, Warszawa.
- Sierpińska M., Jachna T. (2000). *Ocena przedsiębiorstwa według standardów*. PWN, Warszawa.
- Simon H.A. (2007). *Podjęcie decyzji i zarządzanie ludźmi w biznesie i administracji*. Helion, Gliwice.
- Skees J. (2001). *The Potential Role of Weather Markets for U.S. Agriculture*. The Climate Report, vol. 2, no. 4.
- Skov N. (1991). *Finanse i zarządzanie. Amerykańskie propozycje dla polskich firm prywatnych*. International School of Management, Warszawa.
- Słownik meteorologiczny* (2003). Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB. IMGW.
- Smithson C., Smith C., Wilford D. (2000). *Zarządzanie ryzykiem finansowym*. Dom Wydawniczy ABC, Kraków.
- Snider H. (1991). *Risk Management. A Retrospective View*. Risk Management.
- Snyder R. (2006). *Discussion*. International Journal of Forecasting, no. 22(4), pp. 673-676.
- Society T.R. (2014). *Risks from extreme weather 'significant and increasing'*. The Royal Society, London.
- Socik A. (2000). *Przedsiębiorstwo a ryzyko – podejście praktyczne*. Rynek Terminowy, nr 4, s. 49-53.
- Sokołowska E. (2008). *Pochodne instrumenty pogodowe jako narzędzia ograniczania ryzyka w rolnictwie*. Roczniki Naukowe, nr X(4).
- Sokołowska E. (2009). *Pochodne instrumenty pogodowe w zarządzaniu ryzykiem*, [w:] B. Berneś (red.), *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Standard Zarządzania Ryzykiem* (2002). FERMA.
- Starr-McCluer M. (2000). *The effects of weather on retail sales*. Finance and Economics Discussion Series, no. 8.
- Stawiarska-Lietzau M. (2013). *Podjęcie ryzyka jako wartość w wymiarze jednostkowym, społecznym i edukacyjnym*. Podstawy Edukacji, nr 6, s. 269-279.
- Stoner J., Wankel C. (1992). *Kierowanie*. PWE, Warszawa.
- Svec J., Stevenson M. (2007). *Modelling and forecasting temperature based weather derivatives*. Global Finance Journal, nr 18(2), s. 185-204.
- Szopa A. (2012). *Właściwości ryzyka pogodowego*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin.
- Tang C. (2006). *Perspectives in supply chain risk management*. International Journal of Production Economics, nr 103(2), pp. 451-488.

- Tarczyński W. (1995). *Metody ilościowe w analizie otoczenia przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Tarczyński W. (1999). *Fundamentalny portfel papierów wartościowych*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Tarczyński W. (2003). *Instrumenty pochodne na rynku kapitałowym*. PWE, Warszawa.
- Tarczyński W., Mojsiewicz M. (2001). *Zarządzanie ryzykiem*. PWE, Warszawa.
- Tarczyński W., Zwolankowski M. (1999). *Inżynieria finansowa*. Agencja Wydawnicza PLACET, Warszawa.
- Taylor J. (2003). *Short-term electricity demand forecasting using double seasonal exponential smoothing*. Journal of Operational Research Society, nr 54, pp. 799-805.
- Thombs L.A., Schucany W.R. (1990). *Bootstrap prediction intervals for autoregressions*. Journal of the American Statistical Association, nr 85, pp. 486-492.
- Tkaczyk T. (2002). *Ryzyko gospodarowania a strategie konkurencji*. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa.
- Toegelhofer C., Mestel R., Prettenhaler F. (2012). *Weather Value at Risk. On the Measurement Noncatastrophic Weather Risk*. Weather, Climate and Society, vol. 4, pp. 190-199.
- Unisys Weather Information Systems (2016). <http://weather.unisys.com/ecmwf> (dostęp:).
- Van Lennep D. (2004). *Weather Derivatives. An Attractive Additional Asset Class*. The Journal of Alternative Investments, vol. 7, pp. 7-31.
- Vedenov D., Barnett B. (2004). *Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments*. Journal of Agriculture and Resource Economics, vol. 29(3), pp. 387-403.
- Vlaar P. (2000). *Value at risk models for Dutch bond portfolios*. Journal of Banking&Finance, no. 24, pp. 1131-1154.
- von Thünen J. H. (1910). *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Wais P. (2016). *Two and tree-parameter Weibull distribution in available wind power analysis*. Renewable Energy, October 25, pp. 15-29.
- Walesiak M. (2011). *Uogólniona miara odległości GDM w statystyczne analizie wielowymiarowej z wykorzystaniem programu R*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Warkało W. (1949). *Prawo i ryzyko*. Warszawa.
- Wawrzyniak K., Zwolankowska M. (1998). *Dynamika zmiennych ekonomicznych przyjmujących wartości ujemne*. Wiadomości Statystyczne, nr 4, s. 15-17.
- Welfe A. (2003). *Ekonometria*. PWE, Warszawa.
- West J. (2002). *Benchmark Pricing of Weather Derivatives*. Working Paper.
- West M., Harrison J. (1997). *Bayesian forecasting and dynamic models*, 2nd. Springer Verlag., New York.
- Węgrzyn R. (2013). *Opcje jako instrumenty ograniczania ryzyka cen akcji. Problemy optymalizacji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.

- Whittle P. (1951). *Hypothesis Testing in Time Series Analysis*. Almqvist and Wicksell, Uppsala.
- Wieczorek-Kosmala M. (2011). *Koncepcja zarządzania ciągłością działania (BCM) – walory aplikacyjne z perspektywy rozwiązań antykryzysowych*, [w:] K. Znaniecka, M. Gorczyńska (red.), *Zjawiska kryzysowe a decyzje finansowe przedsiębiorstw*. Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice.
- Wielka Encyklopedia Multimedialna (brak daty).
- Wierzbińska M. (1996). *Ryzyko w gospodarce rynkowej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Wilimowska Z. (1993). *Analiza ryzyka wieloelementowego portfolio*. Przegląd Organizacji, nr 2, 22.
- Willams S., Diplock T. (2003). *Why do retailers continue to blame the weather for poor retail sales?* Report PMC.
- Willett A. (1951). *The Economic Theory of Risk Insurance*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Williams Jr. C., Head G., Hom R., Goldenning G. (1991). *Principles of Risk Management and Insurance*. Institute for Property and Liability Underwrite, New York.
- Wolf K., Runzheimer B. (1999). *Risikomanagement und KonTraG. Konzeption und Implementierung*. Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- Woodard J., Garcia P. (2008). *Basis risk and weather hedging effectiveness*. Agricultural Finance Review, nr 68(1), s. 99-117.
- Wójciak M. (2007). *Metody oceny ryzyka kredytowego*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Wróblewski R. (2011). *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, nr 90, 9-31.
- Zangari P. (1994). *Estimating volatilities and correlations*. RiskMetrics-Technical Document, 2nd ed. Morgan Guaranty, New York.
- Zawadzka Z. (1996). *Zarządzanie ryzykiem w banku komercyjnym*. Poltext, Warszawa.
- Zealand S.A. (2004). *AS/NZS 4360. Australia and New Zealand Standard and Risk Management*. Standards Australia and Standards New Zealand, Aucklands.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S. (2016). *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Zeng L. (2000). *Pricing weather derivatives*. The Journal of Risk Finance, no.1(3), pp. 72-78.
- Zeng L., Perry K.D. (2002). *Managing a Portfolio of Weather Derivatives*, [w:] B. Dischel (ed.), *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books.
- Zenios S., Rosen D. (2001). *Enterprise-wide Asset and Liability Management Issues, Institution and Models*. Working Paper no. 01-18, pp. 9-24.
- Zglińska-Pietrzak A. (2012). *Zastosowanie metody bootstrapowej w wanalizie portfelowej*. Przegląd Statystyczny, nr LIX(3), s. 246-258.
- Ziehman C., Brix A., Jewson S. (2002). *Use of meteorological forecast in weather derivative pricing*, [w:] B. Dischel, B. Dischel (ed.), *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books.

Spis rysunków

Rysunek 1.1.	Ryzyko i niepewność – zależności.....	25
Rysunek 1.2.	Typy ryzyka ekonomicznego i gospodarczego	30
Rysunek 1.3.	Rodzaje (formy) ryzyka inwestycyjnego	36
Rysunek 1.4.	Klasyfikacja ryzyka w kontekście zarządzania rzeczowymi projektami inwestycyjnymi	37
Rysunek 1.5.	Klasyfikacje ryzyka w przedsiębiorstwie.....	39
Rysunek 1.6.	Formy, postacie ryzyka w przedsiębiorstwie	41
Rysunek 1.7.	Klasyfikacja ryzyka bankowego	42
Rysunek 1.8.	Rodzaje ryzyka bankowego	44
Rysunek 1.9.	Koncepcja ryzyka zależnego od prawdopodobieństwa wystąpienia i dotkliwości skutków	51
Rysunek 1.10.	Orientacyjne wskazanie rozgraniczenia poszczególnych poziomów ryzyka.....	52
Rysunek 1.11.	Cztery typy niepewności: a) mała niepewność, b) większa niepewność, c) niepewność obejmująca pewien obszar, d) duża niepewność	54
Rysunek 2.1.	Koncepcja zarządzania ryzykiem.....	60
Rysunek 2.2.	Procesy zarządzania ryzykiem oraz czynniki wspomagające	62
Rysunek 2.3.	System zarządzania ryzykiem	66
Rysunek 2.4.	Modele zarządzania ryzykiem.....	76
Rysunek 2.5.	Sekwencje modelu IM zarządzania ryzykiem.....	78
Rysunek 2.6.	Kryteria ewaluacji ryzyka systemu ERM.....	82
Rysunek 2.7.	Obszary modelu doskonałości EFQM.....	85
Rysunek 3.1.	Zależności dotyczące ryzyka pogodowego	99
Rysunek 3.2.	Cechy charakterystyczne ryzyka pogodowego	100
Rysunek 3.3.	Ciągłość a skokowość zjawisk pogodowych.....	101
Rysunek 3.4.	Wartości korelacyjne pomiędzy temperaturą a zapotrzebowaniem na moc – dla kroku czasowego jeden miesiąc.....	109
Rysunek 3.5.	Relacja wolumenu sprzedaży i ceny w odniesieniu do przychodów przedsiębiorstwa	115
Rysunek 3.6.	Instrumenty pochodne – klasyfikacja	126
Rysunek 3.7.	Rodzaje pogodowych instrumentów pochodnych.....	127
Rysunek 3.8.	Przykładowe stacje pogodowe w Europie wraz z obszarem oddziaływań, powiązań.....	133

Rysunek 3.9. Dochód inwestora dokonującego zakupu opcji <i>call</i>	134
Rysunek 3.10. Dochód inwestora dokonującego zakupu opcji <i>put</i>	135
Rysunek 3.11. Dochód inwestora stosującego strategię <i>long strangle</i>	136
Rysunek 4.1. Źródła informacji pogodowych.....	142
Rysunek 4.2. Szczegółowy schemat opracowywania prognoz pogodowych.....	144
Rysunek 4.3. Kształtowanie się średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce w latach 1951-2014.....	147
Rysunek 4.4. Kształtowanie się średniej miesięcznej temperatury powietrza w województwie podkarpackim w latach 1992-2014	148
Rysunek 4.5. Funkcja autokorelacji dla średniej miesięcznej temperatury powietrza w województwie podkarpackim w latach 1951-2014	148
Rysunek 4.6. Dienne wartości temperatury dla województwa podkarpackiego w latach 2012-2014.....	149
Rysunek 4.7. Wartość przeciętnych temperatury w przekroju poszczególnych województw w 2012 r., w °C	153
Rysunek 4.8. Wartość przeciętnych temperatury dla poszczególnych województw w 2014 r., w °C	154
Rysunek 4.9. Kształtowanie się średniej rocznej prędkości wiatru w Polsce w latach 1965-2014	155
Rysunek 4.10. Kształtowanie się średniej miesięcznej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1951-2014.....	155
Rysunek 4.11. Funkcja autokorelacji dla średniej miesięcznej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1951-2014	156
Rysunek 4.12. Kształtowanie się dziennej średniej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 1994-2014	157
Rysunek 4.13. Funkcja autokorelacji dla dziennej średniej prędkości wiatru w województwie podkarpackim w latach 2012-2014.....	157
Rysunek 4.14. Rozkład przeciętnej dziennej prędkości wiatru w latach 2012-2015 dla miasta Rzeszowa wraz z dopasowaną krzywą rozkładu Weibulla ..	160
Rysunek 4.15. Wartość przeciętnej prędkości wiatru w przekroju poszczególnych województw dla 2014 r., w m/s	161
Rysunek 4.16. Wartości przeciętnej rocznej wielkości opadów w Polsce w latach 1951-2015	162
Rysunek 4.17. Wartości przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w Polsce od stycznia 2000 r. do października 2016 r.....	163
Rysunek 4.18. Funkcja autokorelacji dla przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w Polsce w latach 1951-2015.....	163
Rysunek 4.19. Rozkład dziennych wielkości opadów w styczniu i lipcu w Rzeszowie w latach 2012-2015.....	166
Rysunek 4.20. Wartość przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w przekroju poszczególnych województw dla 2012 r., w mm.....	167
Rysunek 4.21. Wartość przeciętnej miesięcznej wielkości opadów w przekroju poszczególnych województw dla 2014 r., w mm.....	168

Rysunek 4.22. Wartości oczekiwane indeksu <i>HDD</i> wraz z ich odchyleniami w poszczególnych miesiącach roku w Rzeszowie w latach 2012-2016.....	171
Rysunek 4.23. Wartości oczekiwane indeksu <i>HDD</i> wraz z ich odchyleniami w poszczególnych miesiącach roku w Szczecinie w latach 2012-2016.....	172
Rysunek 4.24. Kształtowanie się względnej zmienności indeksu <i>HDD</i> w poszczególnych miesiącach roku w Szczecinie w latach 2012-2016	173
Rysunek 5.1. Schematyczne zobrazowanie idei <i>Weather-VaR</i> na przykładzie zmian temperaturowych – jesienią	177
Rysunek 5.2. Schematyczne zobrazowanie procesu zarządzania pogodowego z uwzględnieniem metodologii <i>Weather-VaR</i>	178
Rysunek 5.3. Cykl zarządzania ryzykiem pogodowym	181
Rysunek 5.4. Liczba obserwacji historycznych jako funkcja stałej wygładzania λ	184
Rysunek 5.5. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> metodą symulacji Monte Carlo (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie małopolskim dla różnej liczby obserwacji historycznych uwzględnionych w badaniu	185
Rysunek 5.6. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> (dolne i górne granice) dla prędkości wiatru w województwie podkarpackim dla wybranych modeli klasy EWMA oraz GARCH.....	186
Rysunek 5.7. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie zachodniopomorskim uzyskane za pomocą modelu RiskMetrics Normal z uwzględnieniem różnych poziomów istotności	188
Rysunek 5.8. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> (dolne i górne granice) dla prędkości wiatru w województwie zachodniopomorskim uzyskane za pomocą klasycznego modelu RiskMetrics z uwzględnieniem różnych koncepcji modelowania zakłóceń losowych.....	189
Rysunek 5.9. Przykładowe szacunki <i>Value-at-Risk</i> (dolne i górne granice) dla temperatury w województwie łódzkim uzyskane za pomocą klasycznego modelu RiskMetrics Normal z uwzględnieniem różnych wartości stałej wygładzania λ	190
Rysunek 5.10. Optymalne wartości czynnika starzenia się informacji λ dla dziennych wartości temperatury w przekroju województw w latach 2012-2015	191
Rysunek 5.11. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics GED) dla dziennych wartości temperatury w Rzeszowie ($\alpha = 0,05$, $h = 90$) ..	192
Rysunek 5.12. Przykładowa prognoza długookresowa (model RiskMetrics GED) dla względnych dziennych wartości temperatury w Rzeszowie ($\alpha = 0,05$, $h = 30$)	192
Rysunek 5.13. 90% przedział ufności dla <i>VaR</i> na poziomie 10% dla dziennych zmian temperaturowych dla miasta Rzeszowa.....	201
Rysunek 5.14. 95% przedział ufności dla <i>VaR</i> na poziomie 5% dla dziennych zmian temperaturowych dla miasta Rzeszowa.....	202

Rysunek 5.15. Wartości przeciętnej miesięcznej temperatury dla miasta Rzeszowa w latach 1952-2016.....	203
Rysunek 5.16. Dekompozycja szeregu temperaturowego z danymi miesięcznymi dla miasta Rzeszowa w latach 1952-2016.....	206
Rysunek 5.17. Rzeczywiste wartości miesięcznych temperatur dla miasta Rzeszowa wraz z prognozą na jeden rok do przodu.....	206
Rysunek 5.18. Prognoza wsteczna dla miesięcznych danych temperaturowych dla miasta Rzeszowa w okresie październik 2012-październik 2016....	207

Spis tabel

Tabela 1.1. Przegląd wybranych definicji ryzyka	17
Tabela 1.2. Chronologiczny przegląd zdarzeń mających wpływ na rozwój badań nad ryzykiem	20
Tabela 1.3. Ocena akceptowalności ryzyka.....	52
Tabela 2.1. Fazy procesu zarządzania ryzykiem.	61
Tabela 2.2. Narzędzia stosowane do oceny ryzyka.	64
Tabela 2.3. Przykład współzależności ryzyka i prawdopodobieństwa niepowodzenia.	67
Tabela 3.1. Ryzyko pogodowe a ryzyko katastroficzne – podstawowe różnice.....	104
Tabela 3.2. Wpływ warunków pogodowych na wybrane rodzaje działalności gospodarczej	105
Tabela 3.3. Komponenty gospodarki Stanów Zjednoczonych oraz ich części narażone na ryzyko pogodowe w 2000 r.	106
Tabela 3.4. Wpływ zjawisk atmosferycznych na zmianę chwilowego popytu na energię elektryczną dla Anglii i Walii	110
Tabela 3.5. Zakres oddziaływania UKK na różne rodzaje transportu	112
Tabela 3.6. Związki między pogodą a wynikiem finansowym	114
Tabela 3.7. Zestawienie instrumentów bazowych dla pogodowych transakcji terminowych	128
Tabela 4.1. Podział prognoz meteorologicznych.....	140
Tabela 4.2. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów temperatury, w °C.....	150
Tabela 4.3. Wyniki wybranych parametrów rozkładów temperatury dla Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w °C	151
Tabela 4.4. Testy normalności rozkładów temperatury dla Rzeszowa w przypadku poszczególnych miesięcy	152
Tabela 4.5. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów średniej prędkości wiatru, w m/s	158
Tabela 4.6. Wyniki wybranych parametrów rozkładów prędkości wiatru dla miasta Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w m/s	159
Tabela 4.7. Testy rozkładów prędkości wiatru dla miasta Rzeszowa dla poszczególnych miesięcy.....	160
Tabela 4.8. Przykładowe wyniki wybranych parametrów rozkładów wielkości opadów, w mm	164
Tabela 4.9. Wyniki wybranych parametrów rozkładów dobowych opadów dla miasta Rzeszowa w przekroju poszczególnych miesięcy, w mm	165

Tabela 4.10. Testy rozkładów dziennych wielkości opadów dla miasta Rzeszowa dla poszczególnych miesięcy	166
Tabela 5.1. Relacja wielkości sprzedaży i temperaturowego czynnika pogody dla wybranych sektorów gospodarki niemieckiej – korelacje.....	180
Tabela 5.2. Przykładowe przedziały braku odrzuceń dla <i>Value-at-Risk</i> [x_1, x_2] dla różnych wartości q oraz $\alpha + 1$	196
Tabela 5.3. Odsetek przekroczeń granicy <i>VaR</i> z zastosowaniem metody Monte Carlo dla $\alpha = 0,10$ ($\alpha/2 = 0,05$) dla danych dziennych w latach 2012-2015	197
Tabela 5.4. Wielkości błędów modelu TBATS dla miesięcznych pogodowych szeregów czasowych w przekroju województw.....	209

Streszczenie

Pogoda znacząco wpływa na wszystkie sfery działalności człowieka, przez co ma ogromny wpływ na aktywność biznesową. Lista przedsiębiorstw, których przychody są zależne od pogody, jest bardzo długa i obejmuje m.in. sektor energetyczny, rolniczo-sadowniczy, budownictwa, transportu, turystyczny, rozrywkowy czy też browarniczy. Szacuje się, że pogoda bezpośrednio lub pośrednio wpływa na przychody trzech z czterech firm. Prognozy pogody wykorzystuje się do planowania codziennych działań, począwszy od letniego wypoczynku, przez uprawę roślin, skończywszy na innych bardziej złożonych procesach. Taki stan rzeczy czyni pogodę wszechobecną, a wszelkie próby jej okiełznania nabierają w ostatnich czasach wyjątkowego znaczenia.

Ponieważ od stanów pogodowych zależy bardzo wiele, wiedza na temat skutecznych ich przewidywań jest wyjątkowo cenna. Wpływa na zwiększenie efektywności podejmowanych działań w sferach, które są wyjątkowo podatne na ewentualne niekorzystne zmiany stanów takich czynników, jak temperatura, opady czy też wiatr.

Synoptycy jako specjaliści w dziedzinie analizy procesów atmosferycznych zajmujący się monitorowaniem i prognozowaniem pogody podają swe przewidywania z mniejszą bądź większą precyzją. Prognoza jest więc tylko przybliżonym opisem najbardziej prawdopodobnego stanu czynnika atmosferycznego w najbliższym czasie. Sprawdzalność pogodowych przewidywań to zatem zasadniczy problem, z jakim przychodzi nam się zmierzyć. Prognozy często są niedokładne i zdarza się, że przedstawiają odmienny scenariusz warunków atmosferycznych niż ten w rzeczywistości. Dysponując współczesną, zaawansowaną technologią informatyczną, nowoczesnym wyposażeniem oraz nowatorskimi koncepcjami, synoptycy nie są w stanie w stu procentach przewidzieć stanów pogodowych. Należałoby więc zastanowić się nad tym, czy jest to w ogóle możliwe?

Monografia stanowi pewnego rodzaju kompendium rozważań nad problemami płynącymi ze zmieniających się warunków pogodowych. Dotyczy głównie opisu procesu zarządzania ryzykiem pogodowym przez odpowiednie jego zdefiniowanie, jak i wskazanie ekonomicznych skutków oddziaływania konkretnych czynników pogodowych. W monografii wykazano, że omawiany proces nie może być ograniczony jedynie do grupy „badaczy” pogody bądź tylko ekonomistów, gdyż zagadnienie to zawiera interdyscyplinarną eksplorację danych przez wykorzystanie statystyki, matematyki oraz badań operacyjnych.

Podchodząc do problemu bardziej szczegółowo, dokonano w niej próby implementacji przedziałowych miar ryzyka rynkowego w procesie zarządzania ryzykiem pogodowym, co też zostało udowodnione przez pokazanie chociażby skuteczności wskazań wartości zagrożonej w odniesieniu do określonych czynników pogodowych, zwłaszcza w okresach krótkoterminowych. Dotyczy to zarówno oceny skuteczności samej miary, jaką jest *VaR*, przez analizę tzw. bezwarunkowego pokrycia czy też analizę niezależności, jak i oceny właściwości prognostycznych przekładających się na zwiększenie precyzji wyceny pogodowych instrumentów zabezpieczających. Dla dodatkowego wzmocnienia wskazań wartości ryzykowanej zastosowano również analizę bootstrap.

Monografia porusza zatem aspekt koncepcji określonej przez autora jako *Weather-VaR*, która to odgrywa niebagatelne znaczenie w ocenie ryzyka nieekstremalnych zdarzeń

pogodowych oraz procesie jego zarządzania. Nowatorski charakter pracy wynika z podejścia do modelowania wartości narażonej na ryzyko w ujęciu wyłącznie badania czynnika pogodowego jako instrumentu „sprawczego”, którego dobre przewidywania mogą znacząco wpłynąć na rynek terminowych kontraktów pogodowych. Jak wskazano, zaprezentowana koncepcja nie wymaga wiedzy, jaką mają typowi „prognostycy” pogody, lecz jedynie dysponowania określonymi danymi historycznymi. Stanowi to atut przedstawionej koncepcji.

Summary

Weather has a significant impact on all areas of human activity, and consequently it has a huge impact on business activity. The list of companies whose revenues depend on weather is very long and includes, among others, energy, agriculture and orchard, construction, transport, tourist, entertainment or brewing sectors. It is estimated that weather directly or indirectly affects the revenues of three of the four companies. Weather forecasts are used to plan everyday activities, from summer rest, through plant growing, to other more complex processes. This makes weather ubiquitous, and all attempts to curb have gained exceptional importance recently.

Since so much depends on weather conditions, the knowledge about their effective predictions is extremely valuable. It affects an increase of effectiveness of actions taken in the spheres, which are extremely susceptible to possible adverse changes in the conditions of such factors as temperature, precipitation or wind.

Weather forecasters, as specialists in the analysis of atmospheric processes involved in monitoring and forecasting weather, give their predictions with more or less precision. The forecast is, therefore, only an approximate description of the most likely condition of the atmospheric factor in the near future. The predictability of weather predictions is, therefore, the key problem which we are faced with. Forecasts are often inaccurate and sometimes they present a different weather scenario than the one in reality. With advanced information technology, modern equipment and innovative concepts forecasters are not able to predict future weather in one hundred percent. Thus, it would be worth considering whether it is possible at all.

This work is a kind of compendium of considerations on the problems arising from the changing weather conditions. It mainly concerns a description of the weather risk management process through its appropriate definition, as well as the indication of economic effects of the impact of specific weather factors. The monograph shows that the process discussed cannot be limited only to the group of "weather researchers" or only economists as this issue includes interdisciplinary data mining through the use of statistics, mathematics and operational research.

When approaching the problem in more detail, in the monograph an attempts to implement of market-based measures of market risk in the process of weather risk management has been done, which has also been proved by the effectiveness of indications of value at risk in relation to specific weather factors, especially in short-term periods. This applies both to the assessment of the effectiveness of the measure itself, which is VaR, by analyzing the so-called unconditional cover or analysis of independence, as well as the assessment of forecasting properties translating into an increase in the accuracy of the valuation of forecast protection instruments. For additional reinforcement of the value at risk, the bootstrap analysis was also used.

The monograph touches the aspect defined by the author as Weather-VaR, which plays a significant role in the risk evaluation of non-extreme weather events and the process of its management, even in terms of weather derivatives. The innovative nature of the

work results from the approach to value modeling in the context of the study of the weather factor as a "causative" instrument, whose good predictions may significantly influence the market of forward-looking weather contracts. As indicated, the concept presented does not require the knowledge that typical weather forecasters have, but only an availability of specific historical data. This is an advantage of the concept presented.