

**Ryzyko
finansowe
przedsiębiorstwa
na rynkach
*commodities***

**Ryzyko
finansowe
przedsiębiorstwa
na rynkach
*commodities***

Część II

**pod redakcją
Bogdana Włodarczyka**

Wydawnictwo
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego
w Olsztynie

Autorzy

Małgorzata Kobylińska
Lesław Markowski
Anna Rutkowska-Ziarko
Konrad Szydłowski

Kolegium Wydawnicze
Przewodniczący
Zbigniew Chojnowski

Redaktor Działu
Anna Organiściak-Krzykowska

Recenzenci
Waldemar Rogowski
Agnieszka Wójcik-Mazur

Redakcja wydawnicza
Grażyna Jarzyna

Projekt okładki
Urszula Marta Patalas

Skład i łamanie
Adam Głowacki

ISBN 978-83-8100-272-1

© Copyright by Wydawnictwo UWM • Olsztyn 2020

Wydawnictwo UWM
ul. Jana Heweliusza 14, 10-718 Olsztyn
tel. 89 523 36 61, fax 89 523 34 38
www.uwm.edu.pl/wydawnictwo/
e-mail: wydawca@uwm.edu.pl

Ark. wyd. 10,5; ark. druk. 9,0
Druk: Zakład Poligraficzny UWM w Olsztynie, zam. 360

Spis treści

Wstęp.....	7
1. Wpływ ryzyka rynków <i>commodities</i> na kondycję finansową przedsiębiorstw	9
1.1. Ryzyko i niepewność	10
1.2. Ryzyko cenowe na rynku <i>commodities</i> i jego wpływ na kondycję finansową przedsiębiorstw.....	13
1.3. Wpływ ryzyka walutowego na kondycję finansową przedsiębiorstw.....	26
2. Ryzyko inwestowania w akcje	37
2.1. Wybór wariantu inwestycyjnego w warunkach ryzyka w świetle teorii użyteczności	37
2.2. Miary ryzyka.....	41
2.2.1. Miary uwzględniające skutki ryzyka. Neutralna i negatywna koncepcja ryzyka – miary symetryczne i dolne.....	42
2.2.2. Miary uwzględniające źródła ryzyka. Neutralna i negatywna koncepcja ryzyka – miary symetryczne i dolne.....	47
2.3. Równowaga rynku kapitałowego	56
2.3.1. Konsekwencje istnienia waloru wolnego od ryzyka	56
2.3.2. Model równowagi rynku papierów wartościowych – CAPM.....	62
2.3.3. Równowaga rynkowa w podejściu średnia-dolny moment cząstkowy.....	68
3. Badania empiryczne wyceny inwestycji w akcje spółek notowanych na GPW w Warszawie ze szczególnym uwzględnieniem sektora surowców	71
3.1. Ocena stóp zwrotu i ryzyka spółek surowcowych na tle pozostałych sektorów.....	71
3.2. Wybrane metody analizy danych oparte na zanurzaniu obserwacji w próbie	93
3.3. Klasyczny i dolny model wyceny aktywów kapitałowych.....	96
3.4. Wykorzystanie miar zanurzania obserwacji w próbie w analizie ryzyka i zyskowności.....	108
Zakończenie.....	115
Bibliografia	120
Spis tabel	125
Spis rysunków	127
ANEKS	129

Wstęp

W drugiej części publikacji pod tytułem: „Ryzyko przedsiębiorstwa na rynkach *commodities*”, na bazie rozważań teoretyczno-empirycznych dokonano próby wyodrębnienia specyficznego oddziaływania rynków *commodities* na ryzyko przedsiębiorstwa. Głównym motywem podjęcia tematyki związanej z ryzykiem przedsiębiorstwa w kontekście rynków *commodities* stało się coraz bardziej postulowane w literaturze przedmiotu dążenie do traktowania zagadnień ryzyka w sposób zindywidualizowany i zintegrowany, a więc oparty na skonkretyzowanej specyfice danej działalności oraz znajomości powiązań między różnymi rodzajami ryzyka.

Druga część publikacji stanowi rozwinięcie kwestii poruszonych w pierwszej części w kontekście instytucji finansowych, pozostających w obszarze wpływu ryzyka rynków *commodities*. Biorąc to pod uwagę głównym celem tej części stała się identyfikacja uwarunkowań składających się na specyfikę przedsiębiorstw, których działalność operacyjna i inwestycyjna jest ekspozycja na ryzyko rynków *commodities*. Z tak postawionym celem związana jest teza stwierdzająca, że ryzyko rynków *commodities* stało się elementem decydującym o skutecznym zarządzaniu ryzykiem przez instytucje finansowe i niefinansowe.

Kondycja finansowa przedsiębiorstw ma podstawowy wpływ na stabilność ich źródeł finansowania. Znaczenie źródeł finansowania w działalności przedsiębiorstw związanych z rynkami *commodities* jest fundamentalne. W rozdziale pierwszym przedstawiono rozważania na temat wpływu ryzyka rynku *commodities* na kondycję finansową przedsiębiorstw. Zarówno ryzyko cenowe, jak też ryzyko walutowe odzwierciedla się w kondycji finansowej firm. Dotyczy to w szczególności takich aspektów, jak przychody i koszty działalności, rentowność, przepływy pieniężne. Są to ponadto należności, zobowiązania, kapitał pracujący, płynność finansowa oraz wartość przedsiębiorstwa. Efektem pogorszenia stanu finansowego firm jest z kolei spadek ich konkurencyjności i wiarygodności rynkowej, skutkujący m.in. ograniczonym dostępem do zewnętrznych źródeł finansowania.

W rozdziale drugim został przeprowadzony teoretyczny przegląd koncepcji ryzyka, wyjaśniający jego istotę oraz odrębność w stosunku do pojęcia

niepewności. W ocenie ryzyka przedsiębiorstwa wykorzystano podejście oparte na ryzyku inwestycyjnym, odzwierciedlonym z punktu widzenia inwestora strategicznego i opartym na wartości przedsiębiorstw notowanych na rynkach giełdowych. Z tego względu przedstawiono teoretyczny przegląd miar ryzyka rynkowego w odniesieniu do akcji spółek.

W trzecim rozdziale zaprezentowano efekty badań empirycznych nad wartością inwestycji w akcje spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie z uwzględnieniem sektora surowcowego. Celem badań empirycznych wynikającym z postawionego na wstępie celu głównego, była ocena rentowności i ryzyka oraz wycena spółek sektorów surowcowych w porównaniu ze spółkami giełdowymi należącymi do pozostałych sektorów gospodarki.

Analizę ryzyka przeprowadzono w dwóch podejściach. W pierwszym zastosowano neutralne podejście do ryzyka, traktując je jako zmienność stóp zwrotu na rynku kapitałowym. Zgodnie z neutralną koncepcją ryzyka zastosowano klasyczny współczynnik beta oraz odchylenie standardowe stopy zwrotu do wyznaczenia ryzyka analizowanych spółek. Wykorzystano też klasyczny model CAPM do wyceny spółek.

W drugim podejściu zastosowano negatywną koncepcję ryzyka – rozumiane było ono w kontekście szkody lub starty. Jest to koncepcja związana z ryzykiem dolnym. Do jego pomiaru zastosowano semiodchylenie i dolne współczynniki beta. Do wyceny spółek giełdowych wykorzystano zmodyfikowaną wersję model CAPM z dolnym współczynnikiem beta.

W niniejszej pracy do empirycznej analizy danych wykorzystane zostały wybrane metody oparte na koncepcji zanurzania obserwacji w próbie. Wykorzystanie tych metod umożliwiło dokonanie klasyfikacji badanych spółek względem oddalenia od centralnego skupienia zbiorów dwuwymiarowych. Wyodrębnione zostały spółki, którym w badanych okresach odpowiadały krańcowe wartości średniej stopy zwrotu lub ryzyka oraz takie, dla których charakterystyki te przyjmowały „średkowe” wartości w latach 2012–2018 oraz w odpowiednich podokresach.

1. Wpływ ryzyka rynków *commodities* na kondycję finansową przedsiębiorstw

Ryzyko jest nieodłącznym zjawiskiem towarzyszącym działalności przedsiębiorstw. Jest ono przejawem niepewności dotyczącej przyszłych wydarzeń, jak również skutków decyzji podjętych w obszarze prowadzonej działalności gospodarczej. Negatywnym skutkiem ryzyka jest brak realizacji przyjętych celów biznesowych oraz wynikające z tego dla przedsiębiorstwa straty finansowe.

W literaturze przedmiotu wskazuje się wiele rodzajów ryzyka, na które napotykają przedsiębiorstwa. Zalicza się do nich ryzyko związane z mikro- i makrootoczeniem (np. ryzyko polityczne, ekonomiczne, społeczne, konkurentów czy też dostawców), jak również wewnętrzne ryzyko danego podmiotu, w tym organizacyjne, prawne, finansowe. Kluczową rolę odgrywa zatem skuteczne zarządzanie ryzykiem. Obejmuje ono wszelkie działania mające na celu identyfikację możliwych zdarzeń, określenie prawdopodobieństwa ich wystąpienia i możliwych skutków, wdrożenie odpowiednich narzędzi reagowania oraz monitoring. Zasadniczym celem tychże działań jest możliwość osiągnięcia przyjętych przez przedsiębiorstwo celów gospodarczych.

Problem ten dotyczy również firm prowadzących działalność opartą na rynku *commodities*. Wyróżnić tu można trzy główne grupy przedsiębiorstw. Pierwszą stanowią firmy reprezentujące wyłącznie podażową stronę rynku. Są to przede wszystkim przedsiębiorstwa z branży górniczej dostarczające wytworzone bądź wydobyte surowce i materiały. Przykładem tego rodzaju jednostek są podmioty wydobywające węgiel, ropę naftową, czy też metale szlachetne (złoto, srebro, platynę itp.). Drugą grupę stanowią nabywcy surowców notowanych na giełdach towarowych, a zatem podmioty reprezentujące stronę popytową. W grupie tej znajdują się przedsiębiorstwa, które wykorzystują nabyte surowce w toku prowadzonej działalności przetwórczej, produkcyjnej, jak również usługowej. Z kolei trzecią grupę stanowią firmy będące jednocześnie dostawcami, jak też nabywcami surowców notowanych na giełdach towarowych.

Przedsiębiorstwa prowadzące działalność opartą na rynku *commodities* reprezentują zróżnicowane sektory i branże gospodarcze. Przykładem

są firmy z branży przetwórstwa spożywczego, produkcji pasz, przedsiębiorstwa wydobywcze, energetyczne, budowlane, jak również inne podmioty, dla których transakcje zawierane na tym rynku w sposób bezpośredni kształtują przychody, koszty, należności, zobowiązania, czy też przepływy pieniężne.

Omawiana grupa przedsiębiorstw jest w sposób szczególny narażona na dwa rodzaje ryzyka, które wynikają ze specyfiki funkcjonowania rynku *commodities* oraz zawieranych na nim transakcji handlowych. Chodzi o ryzyko cenowe i ryzyko walutowe. Pierwsze związane jest z wahaniami cen towarów będących przedmiotem obrotu rynkowego, drugie natomiast ze zmiennością kursów walut rozliczeniowych zawieranych transakcji. Tym samym uczestnicy rynku, bez względu na to, czy występują w roli sprzedawcy czy też nabywcy, narażeni są na niekorzystne zmiany rynkowych cen surowców, jak również na wahania kursów walut.

Taki stan rzeczy nie pozostaje bez znaczenia dla kondycji finansowej przedsiębiorstw. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w takich aspektach, jak wartość, struktura i dynamika przychodów, kosztów operacyjnych i finansowych, a w konsekwencji wyników finansowych i rentowności. Istotne jest również oddziaływanie na płynność finansową, zadłużenie, zdolność do obsługi długu, a także rynkową wartość przedsiębiorstwa, co wydaje się szczególnie istotne w kontekście wyceny akcji i oczekiwań akcjonariuszy co do stopy zwrotu z zainwestowanego kapitału.

W niniejszym rozdziale omówiony zostanie wpływ ryzyka zmiany cen towarów oraz ryzyka walutowego na kondycję finansową przedsiębiorstw prowadzących działalność opartą na rynku *commodities*. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom związanym z problematyką rentowności, płynności finansowej oraz wartości przedsiębiorstw. Przedstawione zostaną także możliwe strategie i instrumenty zarządzania ryzykiem cenowym i ryzykiem walutowym. Charakterystyki dokonano na podstawie dostępnej literatury krajowej i zagranicznej z zakresu funkcjonowania rynku *commodities*, finansów przedsiębiorstw, w tym zarządzania ryzykiem finansowym.

1.1. Ryzyko i niepewność

Ryzyko i niepewność są nieodłącznym elementem każdego procesu gospodarczego. Wyraźnie problem ten występuje w przypadku inwestowania zasobów pieniądza w celu osiągnięcia zysków w przyszłości. Ryzyko inwestowania związane jest z możliwością odchylenia od oczekiwanej wysokości stopy zwrotu w przyszłości, co szczególnie ma miejsce przy alokacji środków w akcje przedsiębiorstw. Z jednej strony inwestycje powinny gwarantować wysokie zyski, z drugiej strony chcielibyśmy ograniczyć ryzyko.

W literaturze występuje brak zgodności co do definicji ryzyka i niepewności. Intuicyjnie wszyscy rozumiemy podobnie te pojęcia, jednak istnieje problem ze ścisłym ich sformułowaniem. Uważa się, że twórcą teorii niepewności i ryzyka jest Frank Knight¹. Wiązał on występowanie ryzyka z niepewnością przewidywania przyszłych zdarzeń, wynikającą z niepełności i niedokładności danych statystycznych, na podstawie których dokonuje się oszacowania przyszłości². Knight wyróżnił dwa rodzaje niepewności mierzalną i niemierzalną; tę pierwszą nazwał ryzykiem, a drugą – „niepewnością *sensu stricto*”. Według niego ryzyko oznacza ewentualność odchylenia od stanu oczekiwanego lub planowanego, którą można obliczyć za pomocą rachunku prawdopodobieństwa. Niepewność natomiast wiąże się z sytuacją, kiedy ewentualności takiej nie da się ocenić, gdyż nie ma możliwości posłużenia się rachunkiem prawdopodobieństwa. Tadeusz Tyszka wiąże ryzyko i niepewność z występowaniem zdarzeń zewnętrznych, nazywanych także stanami świata, na które decydent nie ma wpływu, jednocześnie zdarzenia te określają rezultat podjętego przez niego działania³. Autor ten wprowadza rozróżnienie pomiędzy ryzykiem i niepewnością na podstawie wiedzy decydenta o wystąpieniu w przyszłości danego stanu świata. Jeżeli decydent zna lub może oszacować, choćby tylko subiektywnie, prawdopodobieństwo wystąpienia danego zdarzenia zewnętrznego, to jest to sytuacja ryzyka. Jeżeli prawdopodobieństwo wstąpienia danego stanu świata nie może być nawet w przybliżeniu określone, występuje sytuacja niepewności. Natomiast Maria Wierzińska traktuje ryzyko jako zmienność rezultatu zbioru okoliczności, który może wystąpić w danym miejscu i czasie; im wyższa zmienność rezultatu, tym wyższe ryzyko⁴.

Stefan Forlicz kategorie te wiąże z ilością informacji, jaką dysponuje podejmujący decyzję⁵. Wyodrębnił on pięć klas sytuacji decyzyjnych. Należą do nich warunki: pewności, ryzyka, niepewności, ignorancji, konfliktu. W warunkach pewności decydent dysponuje doskonałą wiedzą, czyli zna wszystkie możliwe sposoby własnego działania i wie, jaki stan otoczenia wystąpi. Z warunkami ryzyka mamy do czynienia, gdy możliwe są różne stany otoczenia, lecz podejmujący decyzję zna prawdopodobieństwo wystąpienia każdego z nich. W warunkach niepewności znane są wszystkie możliwe stany otoczenia, lecz nie są znane prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Występowanie warunków ignorancji wiąże się z nieznanymi wszystkimi

¹ W. Grzybowski, *Przedsiębiorczość, niepewność, zysk*, UMCS, Lublin 1995, s. 23.

² F. Knight, *Risk uncertainty and profit*, London 1921, s. 233.

³ T. Tyszka, *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji*, PWN, Warszawa 1986, s. 46.

⁴ M. Wierzińska, *Ryzyko w gospodarce rynkowej*, UMCS, Lublin 1996, s. 14.

⁵ S. Forlicz, *Niedoskonała wiedza podmiotów rynkowych*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2001, s. 20–23.

możliwych stanów otoczenia. W warunkach pewności, ryzyka, niepewności i ignorancji stan otoczenia jest wynikiem działania natury, natomiast w warunkach konfliktu jest on wynikiem działania innego podmiotu, kierującego się dążeniem do osiągnięcia własnych celów. Modelowaniem podejmowania decyzji w warunkach konfliktu zajmuje się *teoria gier*. Graczami, czyli inaczej mówiąc decydentami mogą być zarówno organizacje, jak i osoby fizyczne⁶. Należy podkreślić, że określenie *warunki konfliktu* odnoszą się nie tylko do rywalizacji, ale także do współpracy oraz sytuacji łączących w sobie oba te działania.

Teoria nowoczesnych finansów bazuje na założeniu, że inwestor działa w warunkach ryzyka, czyli że znane są rozkłady stóp zwrotu poszczególnych akcji. W rzeczywistości mamy do czynienia raczej z warunkami niepewności, ponieważ nie znamy prawdopodobieństwa wystąpienia określonej stopy zwrotu. Prawdopodobieństwo to jest szacowane na podstawie danych historycznych. Można więc stwierdzić, że inwestor giełdowy stara się przekształcić niepewność w ryzyko. Jednym z możliwych sposobów określenia nieznanych prawdopodobieństw jest wykorzystanie metod formalnych, takich jak metody statystyczne, ekonometryczne i inne metody prognozowania. Inwestor może także szacować prawdopodobieństwo w sposób subiektywny – na podstawie własnych doświadczeń i intuicji. Mamy wtedy do czynienia z prawdopodobieństwem subiektywnym. Wyraża ono stopień przekonania danej osoby o zaistnieniu danego zdarzenia⁷. Prawdopodobieństwa subiektywne na ogół znacznie odbiegają od faktycznych prawdopodobieństw zaistnienia danych zdarzeń, jednak – jak się okazuje – decydenci mają skłonność do nadmiernego zawierzania własnym ocenom niepewności⁸. Tyszka zwraca uwagę, że w praktyce mamy często sytuację pośrednią pomiędzy warunkami ryzyka a niepewności. Na ogół decydent jest w stanie chociaż z pewnym przybliżeniem określić prawdopodobieństwa poszczególnych zdarzeń, rzadko jednak potrafi określić te prawdopodobieństwa bardzo precyzyjnie⁹.

W literaturze dotyczącej inwestowania na rynkach kapitałowych można spotkać się ze stosowaniem słów „niepewność” i „ryzyko” zamiennie¹⁰. Można tu wyodrębnić dwa zasadnicze stanowiska odnośnie do definicji ryzyka. Jedno z podejść utożsamia ryzyko z możliwością odchylenia od stanu oczekiwanego lub planowanego. Efekt ten może być zarówno gorszy,

⁶ P.D. Straffin, *Teoria Gier*, Wyd. Nauk. Scholar, Warszawa 2001.

⁷ T. Tyszka, op. cit., s. 90.

⁸ T. Szapiro, *Co decyduje o decyzji*. PWN, Warszawa 1993, s. 54.

⁹ T. Tyszka, op. cit., s. 46–47.

¹⁰ E.J. Elton, M.J. Gruber, *Nowoczesna Teoria Portfelowa i Analiza Papierów Wartościowych*, Wig Press, Warszawa 1998, s. 55; J. Ritchie, *Analiza fundamentalna*, WIG-Press, Warszawa 1997, s. 3.

jak i lepszy od oczekiwanego. Drugie określa ryzyko jako możliwość poniesienia szkody lub straty – jest to tak zwana negatywna koncepcja Oryzyka¹¹.

1.2. Ryzyko cenowe na rynku *commodities* i jego wpływ na kondycję finansową przedsiębiorstw

Punktem wyjścia w przedmiotowych rozważaniach jest definicja ryzyka cenowego, jak również umiejscowienie go w ogólnej klasyfikacji ryzyk występujących w działalności przedsiębiorstw. Zarówno w literaturze przedmiotu, jak też w praktyce gospodarczej ryzyko cenowe (*price risk*) odnosi się do zmian cen aktywów finansowych (akcje, obligacje i inne instrumenty finansowe), jak również niefinansowych, notowanych na rynkach zorganizowanych. Przedmiotem zainteresowania w niniejszym rozdziale są właśnie aktywa niefinansowe, do których zalicza się różnego rodzaju towary będące przedmiotem obrotu giełdowego. Chodzi o tzw. towary standaryzowane. Zwykle są to surowce nieprzetworzone bądź o niskim stopniu przetworzenia, które spełniając określone normy mogą stać się przedmiotem obrotu giełdowego oraz zapewnić odpowiednią płynność obrotu. Zalicza się do nich m.in. metale przemysłowe, metale szlachetne, towary rolne, surowce energetyczne. Są to również towary niematerialne, jak energia elektryczna bądź limity emisji zanieczyszczeń. W tym kontekście pojęcie ryzyka cenowego odnosi się jedynie do ryzyka cen towarów określanego też ryzykiem towarowym. Należy podkreślić, że ryzyko cenowe jest elementem składowym ryzyka rynkowego, które z kolei zaliczane jest do grupy ryzyk finansowych.

Ryzyko cenowe w odniesieniu do rynku *commodities* (*commodity price risk*) w sposób bezpośredni odnosi się do niepewności związanych z kształtowaniem się przyszłych cen poszczególnych towarów¹². Wynika ono zatem z prawdopodobieństwa niekorzystnej zmiany cen związanej z czynnikami zewnętrznymi, często niezależnymi od przedsiębiorstwa¹³. Takie podejście znajduje potwierdzenie w definicji stosowanej przez firmę doradczą Deloitte. Zmienność cen surowców stanowi tu element ryzyka finansowego, odzwierciedlający się w wynikach finansowych i rentowności, przy czym jest ona

¹¹ K. Jajuga (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, Wyd. Nauk. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000, s. 110; K. Kuziak, *Pomiar ryzyka przedsiębiorstwa. Modele pomiaru i ich ryzyko*, Wyd. UE, Wrocław 2011, s. 17.

¹² *Managing commodity price risk in commodity dependent developing countries*, United Nations Conference on Trade and Development. United Nations. Geneva 2019, TD/B/C.I./MEM.2/46; https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/cimem2d46_en.pdf.

¹³ CPA Australia. *Guide to managing commodity risk*, 2012, p. 3.

zjawiskiem niezależnym od przedsiębiorstwa. Podkreśla się przy tym istotne znaczenie wpływu ryzyka cen surowców na koszty produkcji, wycenę produktu, zyski przedsiębiorstwa i jego zdolność kredytową¹⁴.

Istnieje szereg czynników determinujących zmienność cen na rynku *commodities*, a tym samym poziom ryzyka cenowego. Zalicza się do nich w szczególności czynniki polityczne, pogodowe, technologiczne, sezonowość popytu i podaży lub warunki rynkowe. Dla przykładu czynnikiem politycznym może być nałożenie ceł importowych na stal oraz aluminium, co zwiększa ceny tych surowców na rynku krajowym. W ostatnim okresie taka sytuacja miała miejsce w Stanach Zjednoczonych. Z kolei typowym przykładem uwarunkowań pogodowych mogą być susze bądź powodzie zmniejszające zbiory płodów rolnych, powodujące wzrost ich cen rynkowych. Niewątpliwie istotne znaczenie ma również zjawisko niepewności odnoszące się do popytu rynkowego, podaży, a także wielkości zapasów poszczególnych towarów. Jest to szczególnie ważne w warunkach kryzysów gospodarczych i finansowych, kiedy zmienność cen rynkowych jest szczególnie wysoka¹⁵.

Zagadnieniem, na które należałoby zwrócić uwagę, jest zjawisko manipulacji cenowej, występujące na rynku *commodities*. Zgodnie z literaturą przedmiotu oznacza ono celowe działanie, które powoduje, że ceny rynkowe odbiegają od poziomu określonego przez mechanizm rynkowy. Pod wpływem manipulacji ulegają one zniekształceniu, co w konsekwencji prowadzi do nieefektywnej alokacji zasobów uczestników rynku, w tym przedsiębiorstw zawierających transakcje handlowe. Przykładem tego rodzaju działań jest manipulacja informacyjna (*information-based manipulation*). Polega ona na ujawnieniu fałszywych informacji rynkowych, mających na celu zmianę cen w kierunku korzystnym dla emitenta tychże informacji¹⁶.

Powyższe rozważania bardzo wyraźnie wskazują na mnogość czynników, od których uzależnione są ceny towarów, a także kierunek i siłę ich zmienności. Natężenie, z jakim występują one na rynku, może być również zróżnicowane w poszczególnych grupach towarów będących przedmiotem transakcji handlowych. Złożoność tego zjawiska jest wyznacznikiem ryzyka cenowego, na które narażone są przedsiębiorstwa prowadzące działalność opartą na rynku *commodities*.

¹⁴ Deloitte, *Commodity Price Risk Management. A manual of hedging commodity price risk for corporates*, 2018 p. 10; <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/risk/in-risk-overview-of-commodity-noexp.pdf> [dostęp: 4.12.2019].

¹⁵ L.A. Smales, *Commodity market volatility in the presence of U.S. and Chinese macroeconomic news*, Journal of Commodity Markets 7, 2017, p. 15

¹⁶ C. Pirrong, *The economics of commodity market manipulation: A survey*, Journal of Commodity Markets 5, 2017, p. 2.

Ryzyko cenowe może z kolei wywoływać szereg negatywnych skutków, nie tylko w odniesieniu do poszczególnych uczestników transakcji, ale również w wymiarze makroekonomicznym. Na szczególną uwagę zasługuje wpływ na kondycję finansową przedsiębiorstw, co znajduje odzwierciedlenie w takich obszarach, jak wielkość i struktura przychodów i kosztów, rentowność, przepływy pieniężne, płynność finansowa, zadłużenie lub wartość firmy. Nie bez znaczenia są również takie aspekty, jak zdolność kredytowa przedsiębiorstwa oraz ryzyko bankructwa.

W tym kontekście istotne znaczenie ma ekspozycja transakcyjna na ryzyko związane ze zmiennością cen towarów. W ogólnym rozumieniu ekspozycja stanowi „wystawienie na działanie czegoś”. W przypadku przedsiębiorstw zawierających transakcje na rynkach *commodities* oznacza ona wystawienie ich na działanie ryzyka zmiany cen rynkowych. Tym samym poszczególne obszary prowadzonej działalności stają się wrażliwe na fluktuacje cen poszczególnych grup towarów.

Ekspozycja na ryzyko zmiany ceny wynika przede wszystkim z charakteru uczestnictwa przedsiębiorstw w danej transakcji handlowej. W tym kontekście wyróżnić można dwie grupy podmiotów. Pierwszą stanowią firmy reprezentujące stronę podażową rynku. Są to zatem dostawcy towarów, zbywanych w ramach zawieranych transakcji, np. producenci towarów rolnych, surowców energetycznych czy też metali szlachetnych. Ekspozycję na ryzyko cenowe stanowią w tym przypadku przychody ze sprzedaży. Do drugiej grupy należy zaliczyć podmioty nabywające surowce i towary. Są to przede wszystkim producenci dóbr bądź usług, którzy w swojej działalności operacyjnej wykorzystują zasoby nabyte na rynku towarowym.

Istotnym czynnikiem determinującym wartość ekspozycji cenowej jest rodzaj dokonywanych transakcji handlowych. Chodzi tu o podział na transakcje natychmiastowe (*spot*) i transakcje terminowe (*futures* i *forward*). Wyższa wartość transakcji natychmiastowych powoduje zwiększenie ekspozycji na ryzyko związane ze zmiennością cen surowców i towarów. Z kolei większy udział transakcji opartych na terminowych instrumentach pochodnych, jest czynnikiem obniżającym omawianą kategorię ryzyka. Dlatego też w dalszej części niniejszego podrozdziału uwaga autorów skoncentrowana została głównie na transakcjach typu *spot*.

Z powyższych rozważań wynika dość silny, bezpośredni związek pomiędzy zmiennością cen towarów notowanych na rynku *commodities* a wartością operacyjnych przychodów i kosztów działalności przedsiębiorstw. Jak już, wspomniano pierwszą grupę podmiotów stanowią jednostki, dla których ekspozycja na ryzyko cenowe znajduje odzwierciedlenie w przychodach ze sprzedaży. Ryzyko to związane jest z możliwym spadkiem cen rynkowych, czego skutkiem jest obniżenie wartości przychodów ze sprzedaży.

Na podkreślenie zasługuje przy tym stosunkowo wysoka zmienność cen towarów notowanych na rynku *commodities*, zarówno w krótkim, jak też długim horyzoncie czasowym. Poziom zmienności jest przy tym wyższy niż w przypadku instrumentów notowanych na rynkach finansowych, co dodatkowo pogłębiają procesy deregulacji poszczególnych segmentów rynku, np. energii elektrycznej oraz gazu ziemnego. Przykładem wysokiej zmienności cen jest światowy rynek ropy naftowej. Notowania cen tego surowca przedstawiono na rysunku 1.1.



Rysunek 1.1. Ceny ropy naftowej w latach 2005–2019 (USD/1 baryłka)

Źródło: bankier.pl; www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=ROPA [dostęp: 11.12.2019].

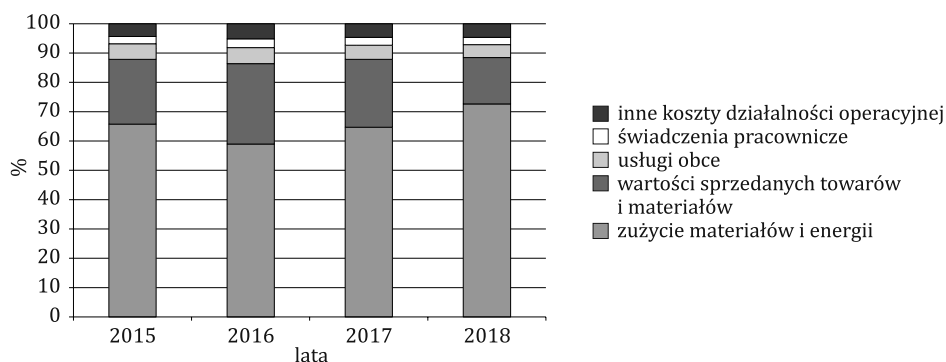
Dane zawarte na rysunku 1.1 wyraźnie potwierdzają omawiane zjawisko. W analizowanym okresie ceny ropy wahały się w przedziale od 27,16 do 147,50 dolarów za baryłkę. Z punktu widzenia producentów ropy szczególnie problematyczny był początek roku 2016, w którym odnotowano spadek do poziomu poniżej 30 dolarów. Kluczową rolę odgrywają wówczas możliwości obniżenia ceny przez dostawców, a tym samym marż zysku na oferowanych produktach. Istotne znaczenie mają tu koszty wytworzenia, stanowiące punkt wyjścia dla wyceny produktu i ustalania jego ceny rynkowej. W przypadku sektora naftowego są to koszty wydobywania (*upstream sector*), transportu i magazynowania (*midstream sector*), a także dystrybucji i sprzedaży (*downstream sector*). Wyróżnia się przy tym koszty operacyjne oraz nakłady inwestycyjne¹⁷. Niski poziom cen we wskazanym okresie powodował, że koszty produkcji wybranych producentów ropy były wyższe

¹⁷ G. Toews, A. Naumov. *The Relationship Between Oil Price and Costs in the Oil and Gas Industry*, OxCarre Research Paper 152, Department of Economics, Oxcarre, Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies, p. 5, 6.

w relacji do rynkowej ceny produktu. W grupie tej znalazły się takie kraje, jak Wielka Brytania, Brazylia czy też Kanada, gdzie koszt wytworzenia baryłki ropy we wskazanym okresie przekraczał 40 dolarów amerykańskich.

Nie bez znaczenia jest tu fakt, że dostawcy surowców i towarów są firmami produkcyjnymi. Są to zatem podmioty o relatywnie wysokim udziale kosztów stałych, niezależnych od skali prowadzonej działalności wytwórczej. Przykładem stanowią koszty utrzymania i amortyzacji zasobów w postaci infrastruktury produkcyjnej (maszyny, urządzenia techniczne, linie produkcyjne itp.) oraz okołoprodukcyjnej, np. koszty magazynowania, utrzymania działów technicznego przygotowania produkcji i znacząca część kosztów zaopatrzenia. W połączeniu możliwym spadkiem cen rynkowych, wysoki udział tychże kosztów jest dodatkowym elementem ryzyka. Tego rodzaju zjawisko związane jest z mechanizmem dźwigni operacyjnej (*operating leverage*), której działanie odzwierciedla poziom wrażliwości zysku operacyjnego na zmienność przychodów ze sprzedaży¹⁸.

Kolejny problem dotyczy kosztów działalności przedsiębiorstw, które analogicznie do przychodów stanowią ekspozycję na ryzyko cenowe. Chodzi przede wszystkim o koszty zużycia surowców i materiałów, które są bardzo istotnym elementem w ogólnej strukturze ponoszonych nakładów. Przykładem tego rodzaju przedsiębiorstw jest spółka PKN ORLEN S.A., będąca największą firmą rafineryjno-petrochemiczną w Europie Środkowo-Wschodniej. Dane liczbowe dotyczące struktury kosztów operacyjnych przedstawiono na rysunku 1.2.



Rysunek 1.2. Struktura kosztów operacyjnych spółki PKN ORLEN S.A. w latach 2015–2018
Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań finansowych Spółki.

Z danych liczbowych bardzo wyraźnie wynika, że koszty zużycia materiałów stanowią dominujący udział w strukturze nakładów na działalność operacyjną. W tym konkretnym przypadku chodzi głównie o wydatki związane

¹⁸ S. Sinha, *Operating Leverage Analysis – A Conceptual Framework*, IOSR Journal of Business and Management 3/2, 2012, p. 10.

z nabyciem ropy naftowej będącej podstawowym surowcem do produkcji paliw płynnych. W takiej sytuacji nawet niewielkie zmiany cen ropy na rynkach światowych mogą w sposób istotny wpływać na poziom kosztów, obniżając tym samym rentowność produkcji. Wart podkreślenia jest fakt, że udział kosztów zużycia materiałów w badanej spółce jest istotnie skorelowany z notowaniami cen ropy – rośnie bądź spada wraz ze wzrostem lub spadkiem cen giełdowych tego surowca. Tego rodzaju zjawisko odnotować można również w innych branżach, w których przedsiębiorstwa pozyskują niezbędne surowce na giełdach towarowych. Zalicza się do nich m.in. producentów artykułów żywnościowych, energii elektrycznej czy też podmioty szeroko rozumianych sektorów budowlanego i transportu.

Powyższe rozważania wskazują na dość silną zależność pomiędzy ryzykiem zmienności cen towarów i surowców notowanych na rynku *commodities* a wynikami finansowymi przedsiębiorstw. Ryzyko to odzwierciedla się w przychodach i kosztach operacyjnych, a tym samym w wyniku podstawowej działalności firmy. W zależności od zawieranej transakcji handlowej, skutkiem zmiany cen może być spadek zysku operacyjnego, a w skrajnej sytuacji poniesienie straty. Tym samym pogorszeniu ulegają wskaźniki rentowności – handlowej, ekonomicznej i majątkowej. Chociaż zjawisko to dotyczy przede wszystkim tzw. rentowności operacyjnej¹⁹, obniżeniu ulegają również wskaźniki rentowności brutto oraz netto. W ślad za tym spada stopa zwrotu z kapitału zainwestowanego przez udziałowców bądź akcjonariuszy, co może negatywnie wpływać na wycenę udziałów lub akcji.

Kolejnym obszarem gospodarki finansowej, narażonym na ryzyko cenowe rynku *commodities*, jest płynność finansowa. Problematyka płynności jest szeroko opisana w literaturze przedmiotu, ze szczególnym uwzględnieniem takich aspektów, jak zarządzanie płynnością finansową, jej determinanty, czy też sposoby pomiaru, analizy i oceny. Utrzymanie właściwego poziomu płynności finansowej stanowi jeden z podstawowych celów zarządzania finansami firmy.

Płynność finansowa informuje w jakiej sytuacji finansowej znajduje się przedsiębiorstwo²⁰. Kluczową rolę odgrywa tu kompleksowy proces zarządzania płynnością, obejmujący takie aspekty, jak: zarządzanie majątkiem obrotowym (zapasami, należnościami, środkami pieniężnymi), zobowiązaniami krótkoterminowymi, kapitałem obrotowym netto. Na uwagę zwraca przy tym mnogość czynników determinujących płynność finansową. Dzieli

¹⁹ Rentowność operacyjna określana jest jako relacja zysku operacyjnego do przychodów netto ze sprzedaży; M. Tulsian, *Profitability analysis (A comparative study of SAIL & TATA steel)*, IOSR Journal of Economic and Finance 3/2, Ver. I, 2014, p. 19

²⁰ M. Walczak (red.), *Analiza w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem*, Difin, Warszawa 2007, s. 356.

się je na czynniki zależne oraz niezależne od przedsiębiorstwa. Do pierwszej grupy zalicza się m.in. strategie finansowe przedsiębiorstwa, poziom wyniku finansowego, zmienność przepływów pieniężnych²¹. Do drugiej natomiast dostępność źródeł finansowania, poziom inflacji i stóp procentowych, bieżącą koniunkturę gospodarczą²². Zgodnie z inną klasyfikacją determinanty płynności finansowej dzieli się na²³:

- mikroekonomiczne, w tym stosowane przez firmę strategie cenowe, politykę zapasów, formy rozliczeń finansowych, terminy płatności faktur,
- sektorowe, w tym nowoczesność i perspektywy rozwojowe sektora działalności firmy oraz specyfikę jego sfery realnej,
- makroekonomiczne, do których zalicza się politykę monetarną banku centralnego, stopień rozwoju rynku finansowego i politykę fiskalną państwa.

Związek ryzyka zmienności cen towarów i surowców na rynku *commodities* z płynnością finansową przedsiębiorstw jest bezpośrednio związany z wahaniami przepływów pieniężnych w obszarze działalności operacyjnej. W przypadku przedsiębiorstw reprezentujących podażową stronę rynku, ryzyko stanowią spadki cen i wynikające z nich ograniczone wpływy gotówkowe. Zmniejszeniu ulega wartość środków pieniężnych generowanych w przedmiotowym obszarze działalności przedsiębiorstwa. W połączeniu ze wspomnianym wcześniej, wysokim udziałem kosztów stałych, może to skutkować utratą zdolności do terminowego regulowania bieżących zobowiązań. W przypadku nabywców zagrożenie stanowi możliwy wzrost rynkowych cen surowców i towarów. Efektem tego jest zwiększenie wydatków na działalność operacyjną, co przy ograniczonych wpływach ze sprzedaży może prowadzić do ujemnych przepływów pieniężnych netto, a w konsekwencji do utraty płynności finansowej.

Omawiana problematyka znajduje również odzwierciedlenie w aktywach i pasywach przedsiębiorstw. W przypadku dostawców spadek cen powodować będzie obniżenie wartości należności krótkoterminowych oraz uzyskanych ze sprzedaży środków pieniężnych. U nabywców z kolei wystąpi spadek wartości gotówki, jak również wzrost krótkoterminowych zobowiązań wynikający z nabycia surowców po wyższej cenie. W tej sytuacji pogor-

²¹ D. Wędzki, *Strategie płynności finansowej przedsiębiorstwa*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003, s. 72.

²² M. Sierpińska, P. Rzeszowski, *Determinanty płynności finansowej w przemyśle metalurgicznym*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia 50/689, 2012, s. 198.

²³ M. Grabowska, *Zarządzanie płynnością finansową przedsiębiorstw*, Wyd. CeDeWu, Warszawa 2012, s. 20.

szeniu ulegają wskaźniki płynnościowe spółki, w tym wskaźnik płynności bieżącej, szybkiej oraz gotówkowej.

Zmienność rynkowych cen surowców wpływa również na poziom kapitału obrotowego netto. W literaturze przedmiotu kapitał ten określany jest również jako kapitał pracujący (*working capital*) i oznacza wartość aktywów obrotowych finansowanych kapitałem stałym bądź wartość kapitału stałego finansującego aktywa obrotowe²⁴. Kapitał obrotowy netto stanowi jeden z kluczowych mierników płynności finansowej przedsiębiorstwa.

Zarządzanie kapitałem pracującym związane jest z koniecznością kształtowania właściwej struktury kapitałowo-majątkowej. Chodzi o określenie właściwych relacji uwzględniających płynność poszczególnych składników majątkowych, a także okres dysponowania kapitałem ulokowanym w tychże aktywach. W tym kontekście warto odnieść się do złotej zasady finansowania działalności przedsiębiorstw, zgodnie z którą długoterminowe aktywa powinny być finansowane kapitałem stałym (kapitał własny uzupełniony o zobowiązania długoterminowe). W tej sytuacji krótkoterminowe składniki majątkowe finansowane są z wykorzystaniem zobowiązań bieżących.

Zgodnie z literaturą przedmiotu wyróżnia się następujące strategie zarządzania kapitałem pracującym²⁵:

- konserwatywna – cechująca się najniższym poziomem ryzyka, polegająca na utrzymywaniu jak najwyższego poziomu kapitału obrotowego netto,
- dynamiczna – w której utrzymuje się ujemną wartość kapitału pracującego. Jest to strategia o najwyższym poziomie ryzyka,
- umiarkowana, będąca kompromisem pomiędzy strategią konserwatywną i dynamiczną. W tym przypadku kapitał stały pokrywa majątek trwały i niepłynne aktywa obrotowe, natomiast zmienna część majątku obrotowego jest finansowana zobowiązaniami krótkoterminowymi.

Rozpatrując wpływ zmienności cen na rynku *commodities* na kapitał pracujący, w sposób odrębny należy się odnieść do dostawców i nabywców. W przypadku dostawców spadek rynkowych cen towarów obniża wartość środków pieniężnych oraz należności. Powoduje to spadek wartości kapitału obrotowego netto, a co za tym idzie wzrost ryzyka utraty płynności finansowej. Z kolei dla odbiorców zagrożeniem jest wzrost cen znajdujący odzwierciedlenie we wzroście zobowiązań bieżących oraz spadku gotówki. Wywołuje to analogiczny efekt w postaci spadku wartości kapitału obrotowego netto i możliwych problemów z utrzymaniem płynności finansowej.

²⁴ J. Ostaszewski, *Kapitał obrotowy netto w przedsiębiorstwie i metody jego pomiaru*, [w:] J. Ostaszewski (red.), *O nowy ład finansowy w Polsce. Rekomendacje dla animatorów życia gospodarczego*, SGH, Warszawa 2015, s. 185.

²⁵ Idem (red.), *Finanse*, Difin, Warszawa 2010, s. 451–452.

Brak zdolności firmy do terminowego regulowania bieżących zobowiązań powoduje z kolei powstanie innych kosztów, tzw. kosztów utraty płynności finansowej (*costs of financial distress*)²⁶. Zalicza się do nich koszty bezpośrednie (opłaty sądowe, koszty doradztwa, obsługi prawnej) oraz pośrednie, w tym spadek konkurencyjności firmy, czy też utratę zaufania kontrahentów.

Kolejnym obszarem oddziaływania ryzyka zmienności cen jest zadłużenie przedsiębiorstw oraz zdolność do obsługi długu²⁷. Omawiana problematyka jest w sposób bezpośredni związana z kształtowaniem optymalnej struktury kapitału, a zatem właściwej relacji pomiędzy funduszami własnymi i obcymi – długo- i krótkoterminowymi²⁸. Zasadniczym celem jest tu osiągnięcie równowagi pomiędzy ryzykiem a dochodowością, czego efektem jest maksymalizacja wartości firmy. Wskazuje się przy tym na szereg czynników determinujących strukturę kapitału, w tym przynależność branżową, wielkość firmy, rentowność, strukturę aktywów przedsiębiorstwa. Są to również czynniki makroekonomiczne, jak: inflacja, system podatkowy, polityka rządu lub sytuacja na rynku kapitałowym²⁹.

Wpływ ryzyka rynku *commodities* na poziom zadłużenia wynika przede wszystkim z opisanych już wcześniej zmian rentowności będących pochodną fluktuacji cen. Pogorszenie wyników finansowych przedsiębiorstw ogranicza możliwości reinwestycji zysków, a w konsekwencji zdolność do samofinansowania prowadzonej działalności. To z kolei zwiększa zapotrzebowanie na zewnętrzne źródła finansowania, w tym kapitały obce – kredyty bankowe, pożyczki, dłużne papiery wartościowe i inne³⁰. Wzrost zadłużenia może również wynikać ze wspomnianych już wcześniej problemów z płynnością finansową. W takim przypadku rośnie wartość przeterminowanych zobowiązań, zwiększając w ten sposób ogólny poziom zadłużenia przedsiębiorstw.

Ryzyko zmienności cen towarów może być także czynnikiem determinującym wartość przedsiębiorstwa. W tym kontekście należy podkreślić, że zarządzanie wartością (*value based management*) jest jednym z głównych

²⁶ Söhnke M. Bartram, *Corporate Risk Management as a Lever for Shareholder Value Creation*, VBS Finance Group Research Paper 10, 2001, p. 33–34.

²⁷ Włodarczyk, *Zmienność cen na globalnym rynku surowców a ryzyko banku*, Problemy Zarządzania 15/1 (2), s. 107–124.

²⁸ S. Kakilli Acaravci, *The determinants of Capital Structure: Evidence from the Turkish Manufacturing Sector*, International Journal of Economics and Financial Issues 5/1, 2015, p. 158.

²⁹ A. Hajduk, *Czynniki kształtujące strukturę kapitału w świetle dotychczasowych badań empirycznych na polskim rynku*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 553, 2018, s. 101–102. K. Szydłowski, *Wpływ polityki monetarnej na strukturę kapitałową przedsiębiorstw w Polsce*, [w:] S. Wieteska, I.D. Czechowska (red.), *Granice finansów XXI wieku. Bankowość i ubezpieczenia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2017, s. 101.

³⁰ B. Włodarczyk, *Rynek surowców a ryzyko bankowe (w ujęciu ryzyka rynkowego i kredytowego)*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn 2018, s. 32.

obszarów gospodarki finansowej przedsiębiorstwa. W ogólnym ujęciu oznacza ono całokształt działań ukierunkowanych na wzrost wartości firmy z perspektywy właścicieli oraz zaangażowanych przez nich kapitałów. Proces ten łączy w sobie dwa główne rodzaje decyzji finansowych – decyzje dotyczące inwestycji oraz decyzje związane z procesem finansowania działalności przedsiębiorstwa³¹. Wymienia się przy tym wiele czynników warunkujących wartość, określaną jako strategiczne, finansowe, operacyjne. Zalicza się do nich m.in. stopę wzrostu sprzedaży, marżę zysku operacyjnego, wielkość inwestycji w kapitał trwały i obrotowy, gotówkową stopę podatku dochodowego, marżę przepływów pieniężnych³². Są to również stosowane strategie cenowe, efektywność technologii wytwarzania, poziom ryzyka operacyjnego, a także koszt kapitału finansującego działalność firmy³³.

Wpływ zmienności cen towarów na wartość przedsiębiorstwa jest przede wszystkim pochodną zmienności przepływów pieniężnych³⁴. Zwiększa ona ogólny poziom ryzyka finansowego firmy, co jest głównie związane z zagrożeniem utraty płynności finansowej. Wysoki poziom ryzyka znajduje odzwierciedlenie we wzroście kosztu kapitału, a tym samym wzroście oczekiwanej przez inwestorów stopy zwrotu. Zjawisko to z kolei wywołuje negatywny efekt w postaci obniżonej wyceny wartości przedsiębiorstwa. Negatywny wpływ na wartość mają również takie aspekty, jak opisana wcześniej obniżona rentowność firmy, czy też nadmierny wzrost zadłużenia. Oba te czynniki świadczą o pogorszeniu stanu finansowego firmy, obciążając tym samym jej wartość rynkową.

Dotychczasowe rozważania wyraźnie wskazują, że zmienność rynkowych cen towarów może skutkować pogorszeniem kondycji finansowej przedsiębiorstw oraz spadkiem wartości. To z kolei wywołuje szereg pochodnych, negatywnych skutków utrudniających bądź uniemożliwiających prawidłowe funkcjonowanie omawianej grupy firm. Jednym z nich jest ograniczona dostępność do źródeł finansowania. Nie chodzi tu wyłącznie o wspomnianą wcześniej ograniczoną zdolność do samofinansowania, związaną ze spadkiem rentowności, ale także o problemy z pozyskaniem kapitału ze źródeł zewnętrznych. Przykład stanowić może relatywnie niska wycena emitowanych udziałów lub akcji jako efekt wysokiego poziomu ryzyka podejmowanego

³¹ P. Szczepankowski, *Wycena i zarządzanie wartością przedsiębiorstwa*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007, s. 14, 20.

³² A. Black, P. Wright, J. Bachman, *W poszukiwaniu wartości dla akcjonariuszy*, Oficyna Ekonomiczna Grupa Wolters Kluwer, Kraków 2000, s. 101.

³³ A. Damodaran, *Value Creation and Enhancement: Back to the Future*, Damodaran, NYU Working Paper No. FIN-99-018, p. 29.

³⁴ Söhnke M. Bartram, *The Impact of Commodity Price Risk on Firm Value – An Empirical Analysis of Corporate Commodity Price Exposures*, *Multinational Finance Journal* 9, 3/4, p. 162.

przez potencjalnych inwestorów. W rezultacie ograniczeniu ulegają możliwości pozyskiwania środków finansowych, a tym samym zdolność firmy do finansowania poszczególnych przedsięwzięć gospodarczych. Podobny efekt zauważalny jest również w odniesieniu do innych źródeł kapitałowych, jak kredyt bankowy, kredyt handlowy czy dłużne papiery wartościowe – obligacje lub bony komercyjne. Zasadniczym problemem staje się tu spadek wiarygodności oraz zdolności kredytowej omawianej grupy przedsiębiorstw.

Ryzyko cenowe, poza negatywnym wpływem na kondycję finansową, może wywoływać wiele innych skutków. Zalicza się do nich m.in. niższą efektywność alokacji zasobów, wzrost ryzyka upadłości, jak również niekorzystne zmiany decyzji produkcyjnych i inwestycyjnych przedsiębiorstwa.

Mając na uwadze skalę zagrożeń, jakie niesie ze sobą zmienność cen towarów, kluczowe znaczenie mają działania związane z zarządzaniem tego rodzaju ryzykiem. Wpisują się one w szeroko rozumiane zarządzanie ryzykiem, które w literaturze przedmiotu określane jest jako proces ukierunkowany na efektywne wykorzystanie zasobów, wspieranie procesu podejmowania decyzji na podstawie wymaganych informacji, jak również ograniczanie zjawiska niepewności i jej negatywnych skutków³⁵. Proces ten obejmuje takie aspekty, jak identyfikacja, pomiar i ocena ryzyka, podjęcie działań ograniczających ryzyko oraz monitorowanie³⁶.

W obszarze ryzyka towarowego wyróżnić można strategie zabezpieczające przed niekorzystną zmianą cen. Zalicza się do nich:

- strategię zarządzania marżą (*margin management*), polegającą na przeliczeniu ryzyka zmienności cen na nabywców/odbiorców. Poprzez odpowiednią zmianę cen sprzedaży przedsiębiorstwo dąży do utrzymania określonego poziomu marży zysku;
- strategię polityki zakupowej (*procurement strategies*) – wyróżnia się strategie proste, jak strategia cen rynkowych, korytarza cenowego, cen stałych, a także strategie zaawansowane, w tym strategię zakupową z zabezpieczeniem finansowym i strategię zakupową z zabezpieczeniem operacyjnym;
- strategię zabezpieczającą (*hedging strategies*);
- inne strategie: łączenie cen (*price pooling*), tworzenie zapasów (*storing*), dywersyfikacja produkcji.

Na szczególną uwagę zasługuje trzecia z wymienionych grup. W ogólnym ujęciu *hedging* określany jest jako proces ograniczenia ekspozycji na zdarzenia mogące generować dodatkowe koszty. Dotyczy on transakcji zabezpieczających przed nadmiernym wahaniami cen instrumentów bazowych (dóbr,

³⁵ H. Demir, B. Bostanci, *Decision-support analysis for risk management*, African Journal of Business Management 4(8), 2010, p. 1587.

³⁶ K. Jajuga (red.), *Zarządzanie ryzykiem*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007, s. 15.

kursów walut, papierów wartościowych, stóp procentowych itp.), polegających na doborze aktywów o przeciwnie skorelowanych trendach³⁷.

W literaturze przedmiotu wskazuje się szereg czynników skłaniających kadrę menedżerską do stosowania techniki hedgingu. Jedną głównych przesłanek jest ograniczenie zjawiska niestabilności przyszłych przepływów pieniężnych, co w konsekwencji obniża koszty frykcyjne przedsiębiorstwa, takie jak: koszty niewypłacalności lub bankructwa (*financial distress*), obciążeń podatkowych (*tax liabilities*) oraz niedoinwestowania (*underinvestment*)³⁸. Przesłanką stosowania hedgingu może być również awersja do ryzyka cechująca menedżerów przedsiębiorstwa. Znajduje to potwierdzenie w teorii agencji, zgodnie z którą podejmowanie ryzykownych przedsięwzięć mogłoby pozbawić kadrę menedżerską korzyści w postaci bezpieczeństwa zatrudnienia, wynagrodzenia, premii itp. W tej sytuacji hedging stanowi jedno z narzędzi zabezpieczających przed wskazanymi zagrożeniami. Należy przy tym podkreślić, że zgodnie ze wskazaną teorią hedging może być stosowany bez względu na to, czy jest to korzystne dla akcjonariuszy, czy też nie³⁹.

W odniesieniu do przedsiębiorstw prowadzących działalność opartą na rynku *commodities*, hedging dotyczy głównie zabezpieczenia przychodów, kosztów, jak również operacyjnych przepływów pieniężnych przed niekorzystnymi zmianami cen towarów. W tym kontekście należy wyróżnić dwa rodzaje hedgingu⁴⁰:

- hedging sprzedażowy (*shorthedge*), wykorzystywany w celu zabezpieczenia przed potencjalnym spadkiem cen,
- hedging zakupowy (*longhedge*) – zabezpieczający przed ryzykiem wzrostu cen.

Pierwszy z wymienionych dedykowany jest podmiotom reprezentującym podażową stronę rynku. Drugi natomiast przedsiębiorstwom nabywającym na rynkach towarowych niezbędne surowce produkcyjne.

Kluczową rolę w zarządzaniu ryzykiem cenowym odgrywa optymalny dobór instrumentów finansowych. W tym kontekście wyróżnić można cztery główne rodzaje instrumentów zaliczanych do grupy derywatów (*derivatives*)⁴¹:

³⁷ Federal Reserve Bank of Chicago, *Understanding Derivatives: Markets and Infrastructure*, 2015, p. 40.

³⁸ T. Triki, *Research on Corporate Hedging Theories: A Critical Review of the Evidence to Date*, Working Paper HEC, 4–5 June 2005, p. 12.

³⁹ J. Rymarczyk, *Hedging w zarządzaniu ryzykiem finansowym w korporacjach transnarodowych przemysłu wydobywczego*, *Studia Prawno-Ekonomiczne CVI*, 2018, s. 322.

⁴⁰ J. Gwizdała, *Pochodne instrumenty finansowe w zarządzaniu ryzykiem w bankach korporacyjnych*, *Zarządzanie i Finanse* 4, t. 4, 2013, s. 42.

⁴¹ CPA Australia, op. cit., p. 10; M. Islam, J. Chakraborti, *Futures and forward contracts as a route of hedging the risk*, *Risk Governance & Control: Financial Market & Institutions* 5/4, 2015, p. 70–74.

- *forward*, który stanowi umowę kupna bądź sprzedaży produktu po z góry określonej cenie oraz terminie realizacji. Cechą charakterystyczną tego instrumentu jest fizyczna dostawa towaru będącego przedmiotem kontraktu, a także płatność dokonywana w terminie zapadalności;
- *futures* – instrument, który w swej konstrukcji jest zbliżony do kontraktu *forward*. Zasadniczą różnicą jest brak konieczności fizycznej realizacji kontraktu w terminie zapadalności. Ponadto kontrakty typu *futures* zawierane są za pośrednictwem giełdy, w związku z czym podlegają określonym standardom giełdowym co do ilości towaru, jego ceny, wysokości depozytu zabezpieczającego oraz kosztów transakcyjnych;
- opcja, będąca instrumentem dającym jej nabywcy prawo, ale nie obowiązek, sprzedaży (*put option*) lub zakupu (*call option*) instrumentu bazowego (np. towaru) w przyszłości. Tym samym opcja jest dość elastycznym instrumentem, dającym nabywcy możliwość reakcji na zmieniające się uwarunkowania rynkowe, w szczególności zmienność cen instrumentów bazowych;
- *swap* towarowy, określany również jako kontrakt wymiany cen towarów. Stanowi on umowę, na podstawie której strony dokonują wzajemnych płatności określających wartość danego towaru. Cena towaru może być przy tym określona jako stawka stała bądź zmienna. *Swap* jest instrumentem umożliwiającym zagwarantowanie przyszłej ceny towaru w długim horyzoncie czasowym.

Dobór konkretnych instrumentów determinowany jest szeregiem czynników, zarówno wewnętrznych, jak też zewnętrznych. W obszarze ryzyka cenowego można do nich zaliczyć akceptowalny przez firmę poziom ryzyka (tzw. apetyt na ryzyko) oraz wpływ zastosowania danego instrumentu na przepływy pieniężne przedsiębiorstwa. Istotną rolę odgrywają także standardy poszczególnych instrumentów (np. wysokość depozytu zabezpieczającego, możliwość zamknięcia kontraktu przed terminem zapadalności, wysokość kosztów transakcyjnych), jak również możliwości sfinansowania transakcji z bieżących wpływów firmy.

Istotne znaczenie dla efektywności zarządzania ryzykiem cenowym mają koszty poszczególnych działań podejmowanych w tym zakresie. Chodzi w szczególności o nakłady na utrzymanie wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej, obsługę prawno-rachunkową, czy też stworzenie odpowiednich systemów informacyjnych i transakcyjnych. Dodatkowo wykorzystanie różnego rodzaju instrumentów zabezpieczających obciąża firmę kosztami transakcyjnymi. Są one pozytywnie skorelowane ze stopniem płynności rynku okresu zapadalności danego instrumentu finansowego⁴².

⁴² B. Bednarski, A. Baryś, *Wpływ zarządzania ryzykiem finansowym na wartość firmy: analiza teoretycznych przesłanek wpływu zarządzania ryzykiem na wartość firmy*, Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica 209, 2007, s. 33.

1.3. Wpływ ryzyka walutowego na kondycję finansową przedsiębiorstw

Przedsiębiorstwa prowadzące działalność opartą na rynku *commodities*, poza ryzykiem cenowym, narażone są również na ryzyko kursowe. Wynika to z faktu, że transakcje kupna lub sprzedaży towarów mają najczęściej charakter wymiany międzynarodowej i są rozliczane w określonej walucie obcej. Dotyczy to w szczególności obrotu giełdowego, gdzie notowania cen towarów odbywają się w walutach rozliczeniowych określonych standardami poszczególnych giełd, np. w dolarze amerykańskim, kanadyjskim, australijskim, nowozelandzkim bądź w euro.

Istnieje wiele czynników determinujących zmienność kursu walutowego. Zalicza się do nich m.in. wielkość produkcji danego kraju, poziom inflacji i stóp procentowych, podaż pieniądza (krajowego i walut obcych), zmiany w bilansie płatniczym oraz politykę monetarną i fiskalną państwa. Są to również: stopień niezależności banku centralnego, wartość oraz zmienność międzynarodowych przepływów kapitałowych, jak również poziom rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych danego kraju⁴³.

Rozpatrując to zagadnienie z perspektywy rynku *commodities*, należy dodatkowo podkreślić wpływ zmienności cen towarów na wahania kursów walut poszczególnych krajów. Dotyczy to zwłaszcza państw, dla których produkcja i eksport towarów stanowi istotny element struktury gospodarczej (np. Australia, Nowa Zelandia, Rosja, Kanada, Chile, Norwegia, Republika Południowej Afryki). Zagadnienie to stanowi przedmiot badań naukowych, których celem jest określenie kierunków oraz mechanizmu oddziaływania cen surowców na zmienność kursu waluty. Jak wskazują Emmanuel Kohlscheen, Fernando Avalos i Andreas Schrimpf, w krótkim okresie wzrost cen towarów może prowadzić do zwiększenia podaży dewiz, co z kolei powoduje aprecjację waluty krajowej. W perspektywie średnio- i długoterminowej efekt ten może zostać spotęgowany przez napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych, będących rezultatem poprawy perspektyw inwestycyjnych określonej branży rynku towarowego⁴⁴.

W literaturze przedmiotu ryzyko walutowe (kursowe, *exchange rate risk*) definiowane jest w sposób zróżnicowany. W ogólnym ujęciu jest to ryzyko wynikające ze zmian kursu walutowego i dotyczy tych instrumentów, których wartość uzależniona jest od kursów poszczególnych walut⁴⁵. W odnie-

⁴³ Z. Kilicarlan, *Determinants of exchange rate volatility: empirical evidence for Turkey*, Journal of Economics, Finance and Accounting 5/2, 2008, p. 205–207.

⁴⁴ E. Kohlscheen, F. Avalos, A. Schrimpf, *When the Walk Is Not Random: Commodity Prices and Exchange Rates*, International Journal of Central Banking 13/2, 2017, p. 122.

⁴⁵ K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje. Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007, s. 180.

sieniu do przedsiębiorstw ryzyko kursowe oznacza możliwość poniesienia strat będących efektem niekorzystnych zmian kursowych. W tym kontekście istotne znaczenie mają realizowane przez firmę operacje gospodarcze (handlowe i finansowe), wyceniane i rozliczane w walutach obcych. Znajdują one odzwierciedlenie w ekspozycjach przedsiębiorstwa na ryzyko walutowe (tzw. ekspozycje walutowe). Jak wskazuje Dominic Bennett obejmują one⁴⁶:

- pozycje bilansowe, które nominowane są w walutach obcych,
- rzeczywistą sprzedaż bądź zakup dóbr, które nie zostały jeszcze zafakturowane,
- kontrakty na nabycie bądź sprzedaż dóbr w przyszłości, określane również jako transakcje kupna-sprzedaży przyszłych okresów,
- płatności i rachunki nominowane w walutach obcych, pojawiające się w sytuacji, gdy dojdzie do przewidywanej transakcji handlowej.

Wskazane wyżej ekspozycje mogą mieć charakter krótko- bądź długoterminowy. W pierwszym przypadku traktowane są jako czynnik determinujący płynność finansową, natomiast w drugim wypłacalność przedsiębiorstwa.

Przedsiębiorstwa prowadzące działalność na zasadzie wymiany międzynarodowej, narażone są na następujące rodzaje ryzyka walutowego: przeliczeniowe, transakcyjne, ekonomiczne⁴⁷. Ryzyko przeliczeniowe zwane również ryzykiem konwersji (*translation risk*) powstaje w momencie konsolidacji sprawozdań finansowych i związanej z tym wyceny poszczególnych składników bilansowych. Ten rodzaj ryzyka dotyczy przede wszystkim przedsiębiorstw ponadnarodowych, prowadzących działalność z udziałem podmiotów zależnych bądź stowarzyszonych, zlokalizowanych w różnych krajach. Tym samym ryzyko przeliczeniowe określić można jako różnicę pomiędzy łączną wartością aktywów oraz łączną wartością zobowiązań przedsiębiorstwa w obcej walucie. Ryzyko przeliczeniowe ma głównie wpływ na bilans przedsiębiorstwa.

Ryzyko ekonomiczne (*economic risk*) utożsamiane jest z ryzykiem długoterminowym i dotyczy długookresowych przepływów pieniężnych realizowanych w walutach obcych. Efektem niekorzystnych zmian kursowych jest tu spadek konkurencyjności oraz wartości przedsiębiorstwa⁴⁸.

Z kolei ryzyko transakcyjne (*transaction risk*) dotyczy rozliczeń bieżących operacji handlowych i finansowych z partnerami zagranicznymi. Źródłem ryzyka jest tu czas, jaki upływa od momentu zawarcia danej transakcji do daty jej rozliczenia. Niekorzystne zmiany kursów walut w sposób

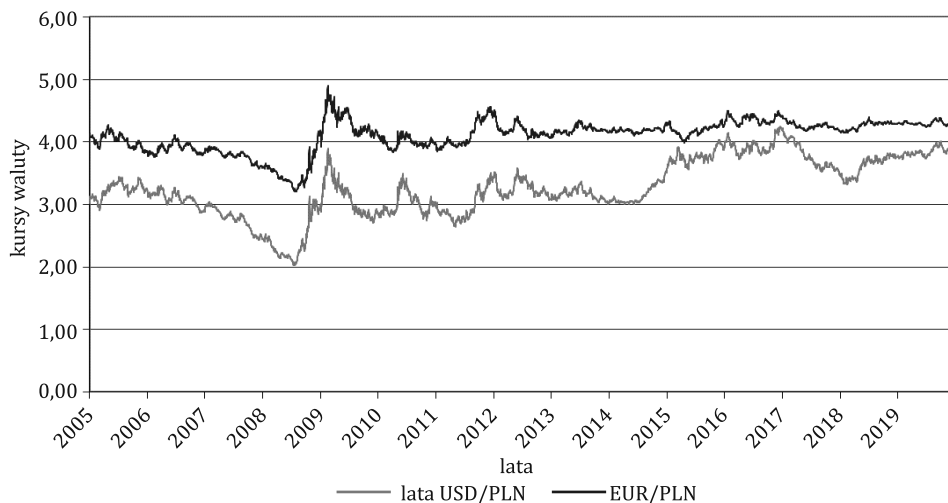
⁴⁶ D. Bennett, *Ryzyko walutowe – instrumenty i strategie zabezpieczające*, Wyd. ABC, Warszawa 2000, s. 28–29.

⁴⁷ J. Szczepański, L. Szyszko (red.), *Finanse przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2007, s. 170.

⁴⁸ H. Ihsan, A. Rashid, *Exchange Rate Exposure and Firm Value: An Assessment of Domestic Versus Multinational Firms*, *The Lahore Journal of Economics* 23/1, 2018, p. 53.

bezpośredni obciążają wyniki finansowe oraz płynność finansową przedsiębiorstwa. Jest to najczęściej spotykany rodzaj ryzyka walutowego, którego konsekwencją jest m.in. spadek opłacalności działalności handlowej z podmiotami zagranicznymi, wzrost wartości zobowiązań nominowanych w obcej walucie, a tym samym wzrost kosztów ich obsługi. Ryzyko transakcyjne wpływa przede wszystkim na rachunek zysków i strat oraz przepływy pieniężne przedsiębiorstwa. Z uwagi na specyfikę podjętej tematyki badawczej (ryzyko kursowe dotyczące kupna/sprzedaży towarów na rynku *commodities*), to właśnie ryzyko transakcyjne będzie przedmiotem szczególnego zainteresowania w dalszej części niniejszego rozdziału.

Zgodnie z tym, co już zostało zasygnalizowane, ryzyko walutowe znajduje swoje odzwierciedlenie w zmienności kursów walut, w których rozliczane są transakcje handlowe i finansowe przedsiębiorstw. Na rysunku 1.3 przedstawiono notowania kursów dolara amerykańskiego oraz euro w latach 2005–2019.



Rysunek 1.3. Notowania kursów dolara amerykańskiego i euro w okresie 2005–2019
(kurs średni Narodowego Banku Polskiego)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Narodowego Banku Polskiego.

W analizowanym okresie kursy walut ulegały istotnym zmianom. Zjawisko to dotyczy w szczególności dolara amerykańskiego, którego najniższy kurs ukształtował się na poziomie 2,0220 zł, podczas gdy najwyższy – 4,2493 zł. W przypadku euro wartości te wyniosły odpowiednio: 3,2026 zł oraz 4,8999 zł. Dość wysoka zmienność kursów ma istotne znaczenie biorąc pod uwagę fakt, że zarówno dolar amerykański, jak i euro zaliczane są do głównych walut rozliczeniowych transakcji zawieranych na rynku *commodities*.

Podstawowym czynnikiem warunkującym poziom ryzyka walutowego jest wartość pozycji bilansowych wyrażonych w walutach obcych, jak również pozycji wyrażonych w walucie krajowej uzależnionych od kursów innych walut. W aktywach bilansu są to głównie należności z tytułu dostaw i usług, środki pieniężne, pożyczki udzielone w walucie obcej, jak również papiery wartościowe nominowane w innych walutach. Z kolei po stronie pasywów będą to przede wszystkim zobowiązania wobec kontrahentów zagranicznych, a także kredyty, pożyczki oraz wyemitowane papiery wartościowe nominowane w walutach obcych.

Kluczowe znaczenie ma tu rodzaj oraz wartość pozycji walutowej przedsiębiorstwa. Wyróżnia się przy tym następujące pozycje:

Tabela 1.1. Rodzaje pozycji walutowych przedsiębiorstwa

Rodzaj pozycji walutowej	Warunki powstania	Skutki
Domknięta (zamknięta)	Spodziewane wpływy i wydatki w walucie obcej są sobie równe; aktywa w walucie obcej = pasywa w walucie obcej	Brak ryzyka walutowego
Otwarta krótka	Wydatki w walucie obcej są wyższe niż wpływy w tejże walucie; aktywa w walucie obcej < pasywa w walucie obcej	Występuje ekspozycja na ryzyko walutowe; Strata przy deprecjacji waluty krajowej
Otwarta długa	Wpływy w walucie obcej są wyższe niż wydatki w tejże walucie; aktywa w walucie obcej > pasywa w walucie obcej	Występuje ekspozycja na ryzyko walutowe; Strata przy aprecjacji waluty krajowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Adamska, *Rola i zadania dyrektora finansowego*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 180; D. Bennett, op. cit., s. 31.

Zarówno rodzaj, jak też wartość określonej pozycji walutowej przedsiębiorstwa, może ulegać ciągłym zmianom. Zwykle stanowi to efekt zmian wartości poszczególnych pozycji bilansowych (należności, gotówki, zobowiązań itp.), zmienności kursów walut, w których są one wyrażone, a także terminów ich zapadalności. Istotne znaczenie ma również liczba walut, w których firma dokonuje płatności oraz poziom zmienności wzajemnych relacji kursowych.

Rozpatrując to zagadnienie z perspektywy firm dokonujących transakcji na rynkach towarowych, szczególne znaczenie mają następujące kategorie finansowe: należności krótkoterminowe, środki pieniężne, zobowiązania krótkoterminowe, przychody i koszty, operacyjne przepływy pieniężne. Ryzyko kursowe wpływa zatem na kondycję finansową przedsiębiorstwa, w tym na rentowność, płynność finansową, zadłużenie, czy też wartość firmy.

Jednym z głównych obszarów są przychody i koszty przedsiębiorstwa. O sile tego wpływu decyduje przede wszystkim rodzaj i wartość ekspozycji walutowej firmy, jak również kierunki zmian kursu waluty, w której rozliczane są poszczególne transakcje handlowe. Aprecjacja tejże waluty powoduje wzrost przychodów po stronie dostawców rynkowych. Dotyczy to zarówno transakcji natychmiastowych, jak też transakcji terminowych. Tym samym omawiane zjawisko w sposób bezpośredni przyczynia się do poprawy rentowności wskazanej grupy przedsiębiorstw. Odwrotny efekt wywołuje natomiast w grupie nabywców towarów na rynku *commodities*. Umocnienie waluty wywołuje niekorzystny efekt w postaci wzrostu kosztów, a w konsekwencji obniżenia poziomu rentowności. Zjawisko to jest szczególnie niekorzystne biorąc pod uwagę fakt, że zakup surowców stanowi istotny udział w operacyjnych kosztach działalności przedsiębiorstw. Znajduje to odzwierciedlenie w spadku wskaźników rentowności – zarówno sprzedaży, jak też majątku i kapitału. Jednym z negatywnych skutków tego zjawiska może być obniżenie stopy dywidendy, a w konsekwencji wyceny rynkowej wartości walorów spółki.

Wpływ zmienności kursów walutowych potwierdzają wyniki badań naukowych. Przykład stanowią prace Deniz Parlaka i Hüseyina İlhana, którzy poddali analizie wpływ ryzyka walutowego na wyniki finansowe przedsiębiorstw tureckich. Wyniki przeprowadzonych badań wskazały na ujemną zależność pomiędzy siłą zmienności kursów walutowych a poziomem rentowności analizowanych firm⁴⁹. Oznacza to, że wysoki poziom zmienności kursu może powodować spadek rentowności przedsiębiorstw dokonujących rozliczeń w walutach obcych.

Zmienność kursów walut wpływa również na płynność finansową przedsiębiorstwa. Istotną rolę odgrywa tu wpływ przedmiotowego zjawiska na operacyjne przepływy pieniężne. Umocnienie waluty rozliczeniowej, analogicznie jak w przypadku rentowności, obniża wartość wpływów gotówkowych, a tym samym ogólną kwotę wypracowanych środków pieniężnych. W efekcie pogorszeniu ulega zdolność firmy do terminowego regulowania bieżących zobowiązań. Z kolei odwrotne zjawisko występuje w grupie dostawców, którzy – jak już wcześniej wspomniano – korzystają na aprecjacji waluty rozliczeniowej. Wzrost wartości dodatkowo pozyskanych środków pieniężnych wpływa pozytywnie na *cash flow* tej grupy podmiotów, stymulując tym samym ich płynność finansową.

Ryzyko zmienności kursów walut widoczne jest także w poziomie należności oraz zobowiązań, a zatem w kluczowych kategoriach finansowych kształtujących kapitał obrotowy netto przedsiębiorstw i ich płynność finan-

⁴⁹ D. Parlak, H. İlhan, *Foreign exchange risk and financial performance: the case of Turkey*, International Review of Economics and Management 4/2, 2016, p. 1–15.

sową. W grupie nabywców aprecjacja waluty obcej powoduje wzrost zobowiązań z tytułu zakupionych towarów. Przyczynia się to spadku wartości kapitału pracującego, obniżając zdolność firmy do terminowego regulowania bieżących zobowiązań. Efektem tego może być też wzrost ogólnego poziomu zadłużenia przedsiębiorstwa. Z kolei w grupie dostawców zjawiskiem niekorzystnym jest osłabienie kursu waluty, w której rozliczane są transakcje handlowe. W tej sytuacji spadkowi ulega kwota należności handlowych, czego efektem jest spadek wartości kapitału obrotowego netto.

Wpływ zmienności kursów walut odzwierciedla się również w wartości rynkowej przedsiębiorstwa. Zmiana kursu walutowego może determinować tę wartość poprzez wpływ na rentowność i przepływy pieniężne realizowane w zakresie transakcji międzynarodowych, a także na wartość zagranicznych aktywów i zobowiązań firmy⁵⁰. Zgodnie z tradycyjnym podejściem (*traditional approach*) deprecjacja waluty krajowej powoduje wzrost opłacalności eksportu, zwiększając tym samym rentowność, a w konsekwencji rynkową wartość przedsiębiorstwa. Taki efekt ma miejsce w przypadku dostawców rynkowych, dla których spadek kursu waluty oznacza poprawę konkurencyjności na rynkach zagranicznych⁵¹. Analogiczny efekt wywołuje aprecjacja waluty krajowej, wśród firm nabywających niezbędne surowce produkcyjne na rynkach zagranicznych.

Zgodnie z teorią finansów wartość firmy jest ujemnie skorelowana z poziomem ryzyka (niepewności) towarzyszącego przyszłej działalności przedsiębiorstwa. Źródłem ryzyka jest w tym przypadku zmienność kursu walutowego obniżająca dokładność prognoz (przewidywalność) w zakresie takich kategorii finansowych, jak: przychody, koszty, przepływy pieniężne firmy, czy też wartość dywidend wypłacanych akcjonariuszom. Zwiększa to oczekiwania inwestorów co do stopy zwrotu zainwestowanego kapitału (kosztu zaangażowanego kapitału). Zjawisko to jest szczególnie widoczne w dochodowym podejściu do wyceny przedsiębiorstwa, obejmującym takie metody, jak: metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych DCF (Discounted Cash Flows), zdyskontowanych zysków (Discounted Future Earnings Method), zdyskontowanych dywidend (Discounted Dividend Method). W każdej z nich podstawą wyceny są strumienie przyszłych dochodów ekonomicznych, zdyskontowane oczekiwaną przez inwestorów stopą zwrotu. Wyższy poziom ryzyka oznacza zatem wzrost stopy dyskontowej, skutkujący niższą wyceną wartości przedsiębiorstwa. Mając na uwadze fakt, że w analizowanym przypadku problemem jest ryzyko kursowe, wysoka zmienność

⁵⁰ H.H. Shin, L. Soenen, *Exposure to currency risk by US multinational corporation*, Journal of Multinational Financial Management 9, 1999, p. 196.

⁵¹ G. Kuty, *The relationship between exchange rates and stock prices: the case of Mexico*, North American Journal of Finance and Banking Research 4/4, 2010, p. 3.

kursów walut stanowi czynnik obciążający wartość przedsiębiorstwa. Obniżeniu ulega również wycena walorów emitowanych przez spółkę.

Powyższe zależności wydają się potwierdzać wyniki badań naukowych. Przykład stanowią prace badawcze Hajry Ihsan i Abdula Rashida, których celem było określenie wpływu zmienności kursu waluty na stopy zwrotu z inwestycji w akcje przedsiębiorstw. Analizowane podmioty zostały podzielone na dwie grupy – krajowe oraz międzynarodowe. Wyniki badań wskazały na istotny negatywny wpływ zmienności kursów walut na rentowność oraz wartość rynkową obu badanych grup przedsiębiorstw⁵². Zmienność kursu waluty należy zatem uznać za istotny element ryzyka obniżający wartość przedsiębiorstwa.

Ciekawe wnioski płyną również z badań Stuarta McLeaya i Christosa Grambovasa. Przedmiotem analiz był wpływ wprowadzenia wspólnej waluty (euro) na wartość rynkową europejskich przedsiębiorstw. Wyniki badań wskazały, że po wprowadzeniu euro obniżeniu uległa wartość ekspozycji walutowych badanych przedsiębiorstw. Niewątpliwie obniżyło to poziom ryzyka kursowego badanych jednostek. Stwierdzono również, że wpływ zmienności kursu waluty (aprecjacji bądź deprecjacji) na wartość przedsiębiorstw był znacznie większy przed wprowadzeniem wspólnej waluty aniżeli po wstąpieniu danego kraju do strefy euro. Na podkreślenie zasługuje przy tym fakt, że aprecjacja waluty krajowej była zjawiskiem obciążającym wartość spółek, które zaliczone zostały do przedsiębiorstw międzynarodowych. Było to efektem obniżenia wartości realizowanych inwestycji zagranicznych oraz dochodów osiąganych w walutach obcych⁵³.

Wart podkreślenia jest fakt, że negatywny wpływ ryzyka kursowego na wartość przedsiębiorstw ogranicza ich dostępność do zewnętrznych źródeł finansowania. Dotyczy to przede wszystkim firm pozyskujących środki finansowe w drodze emisji udziałów lub akcji, będących zewnętrznymi źródłami kapitału własnego. Relatywnie niska wycena walorów spółki stanowi istotne utrudnienie w pozyskaniu niezbędnej kwoty kapitału, przez co ograniczeniu ulegają możliwości finansowania bieżącej działalności oraz przedsięwzięć rozwojowych przedsiębiorstwa.

Analizując wpływ ryzyka kursowego na kondycję finansową firm, należy również wspomnieć o księgowych aspektach tego zjawiska i ujmowaniu poszczególnych operacji w systemie księgowym przedsiębiorstwa. Zgodnie z obowiązującą w Polsce ustawą o rachunkowości, księgi rachunkowe firmy muszą być prowadzone w walucie polskiej⁵⁴. Tym samym obligatoryjne jest

⁵² H. Ihsan, A. Rashid, op. cit., pp. 59–71.

⁵³ S. McLeay, C. Grambovas, *Corporate value, corporate earnings and exchange rates: an analysis of the Eurozone*; The Irish Accounting Review 13, 2006, Special Issue, p. 70–81.

⁵⁴ Ustawa z 29 września 1994 r. o rachunkowości, art. 9; Dz.U. z 1994 r., Nr 121, poz. 591.

przeliczanie poszczególnych pozycji nominowanych w walutach obcych na złote, przy zachowaniu odpowiedniego kursu⁵⁵. W przypadku firm prowadzących działalność oparta na rynku *commodities* będą to przede wszystkim należności z tytułu sprzedanych towarów, środki pieniężne⁵⁶ oraz zobowiązania wobec dostawców zagranicznych.

Zmienność kursu waluty, jaka ma miejsce w okresie od dnia zawarcia transakcji do momentu dokonania płatności, powoduje powstawanie tzw. różnic kursowych. W sytuacji gdy kurs waluty, w której nominowane są należności oraz środki pieniężne rośnie, bądź kurs waluty, w której wyrażone są zobowiązania maleje, powstają dodatnie różnice kursowe. Ujemne różnice mają miejsce wówczas, gdy spada kurs waluty, w której nominowane są środki pieniężne lub należności, oraz rośnie w przypadku zobowiązań. Spłata zobowiązań lub napływ środków z tytułu należności powoduje powstanie tzw. różnic kursowych zrealizowanych. Zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem podatkowym dodatnie różnice kursowe stanowią przychód przedsiębiorstwa, natomiast ujemne zaliczane są do kosztów⁵⁷. W rachunku zysków i strat różnice kursowe ujmowane są na zasadzie *per saldo*. W sytuacji gdy różnice dodatnie są wyższe od ujemnych, nadwyżkę księguje się jako przychody finansowe. Z kolei ujemne saldo różnic kursowych księgowane jest w ciężar kosztów finansowych przedsiębiorstwa. Tym samym ryzyko kursowe znajduje swoje odzwierciedlenie w wyniku finansowym przedsiębiorstwa (zysku bądź stracie), rentowności, a w konsekwencji w innych kategoriach finansowych, jak przepływy pieniężne z działalności operacyjnej, struktura kapitałowa, płynność finansowa, czy też poziom zadłużenia i zdolność do obsługi długu.

Uwzględniając istotny wpływ zmienności kursów walut na kondycję finansową przedsiębiorstw, kluczową rolę odgrywa szeroko rozumiane zarządzanie wskazanym rodzajem ryzyka. Wymaga ono podjęcia określonych działań, których głównym celem jest ograniczenie negatywnego wpływu wahań kursów walut na wyniki działalności przedsiębiorstwa. Istotnym elementem tych działań jest identyfikacja pozycji finansowych, które wyra-

⁵⁵ Zgodnie z Ustawą o rachunkowości, firma dokonując rozliczeń w walutach obcych powinna zastosować kurs 1) przyjęty w dniu dokonania określonej transakcji (dla transakcji kupna bądź sprzedaży walut, a także spłaty zobowiązań i należności); kurs średni ogłaszany przez Narodowy Bank Polski z dnia poprzedzającego ten dzień (w przypadku zapłaty zobowiązań lub należności gdy nie jest zasadne stosowanie kursu określonego w pkt 1 oraz w przypadku pozostałych operacji); ustawa z 29 września 1994 r. o rachunkowości, art. 30, ust. 2..., op. cit.

⁵⁶ Dotyczy środków pieniężnych w kasie lub na rachunku bankowym prowadzonym w walucie obcej.

⁵⁷ Ustawa z 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych, art. 15a ust. 1; Dz.U. z 1992 r., Nr 21, poz. 86.

żone są w walutach obcych, określenie akceptowalnego przez firmę poziomu ryzyka, jak również dobór odpowiednich metod i narzędzi umożliwiających sprowadzenie tego rodzaju ryzyka do akceptowalnego poziomu⁵⁸.

Wyróżnia się dwie koncepcje w podejściu przedsiębiorstwa do zarządzania ryzykiem kursowym – konserwatywną (pasywną) i agresywną (aktywną). W pierwszej przedsiębiorstwo dąży do pełnego zabezpieczenia przed ryzykiem, tak aby zmienność kursów walut nie miała wpływu na wartość przepływów pieniężnych. Podejście konserwatywne umożliwia w sposób natychmiastowy określenie wartości poszczególnych pozycji finansowych bez względu na wahania kursu walut. Natomiast podstawą strategii agresywnej jest aktywne zarządzanie pozycją walutową. Przedsiębiorstwo w sposób świadomy pozostawia niezabezpieczone pozycje walutowe w oczekiwaniu na korzystne zmiany kursów walut. Zabezpieczenie pozycji (częściowe lub pełne) następuje w sytuacji niekorzystnych zmian kursowych, najczęściej odbywa się to przy wykorzystaniu instrumentów pochodnych – symetrycznych (np. kontrakty typu *forward* i *futures*) bądź asymetrycznych (np. opcje walutowe). Strategia aktywna nosi znamiona spekulacji, która może okazać się opłacalna w przypadku korzystnych zmian kursu waluty⁵⁹.

Przedsiębiorstwa mogą korzystać z wielu metod zarządzania ryzykiem kursowym. Pierwszą grupę stanowią metody wewnętrzne, do których zalicza się unikanie ryzyka, jego dywersyfikację, przenoszenie go na drugą stronę transakcji, tworzenie rezerw. Zalicza się do nich również fakturowanie w walucie krajowej, przyspieszanie bądź opóźnianie płatności (*leading* i *lagging*), dostosowanie wpływów i wydatków w tej samej walucie (*matching*), stosowanie klauzul waloryzacyjnych, a także kompensację. Druga grupa to metody zewnętrzne, których podstawą jest transfer ryzyka walutowego na zewnętrzne instytucje finansowe. W zależności od przyjętej strategii odbywa się to z wykorzystaniem pochodnych (kontrakty *forward*, *futures*, opcje i *swapy* walutowe) bądź niepochodnych instrumentów finansowych, w tym kredytów oraz lokat walutowych⁶⁰.

⁵⁸ S. Okoń, M. Matłoka, A. Kaszkowiak, *Zarządzanie ryzykiem walutowym*, Wyd. Helion, Gliwice 2009, s. 17–18.

⁵⁹ Z. Marciniak, *Zarządzanie wartością i ryzykiem przy wykorzystaniu instrumentów pochodnych*, SGH, Warszawa 2001, s. 158; A. Olejnik, *Sposoby i strategie ograniczania i zabezpieczania ryzyka walutowego za pomocą opcji walutowych w Polsce i na świecie*, Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica 218, 2008, s. 252.

⁶⁰ V. Ksendzук, *System zarządzania ryzykiem walutowym jako podstawa skutecznej kooperacji przedsiębiorstw w układzie globalnym – uwagi do problemu*. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu 76/5, 2017, s. 69; R. Nagaj, *Ryzyko kursowe w działalności przedsiębiorstw w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 32, 2013, t. 1 Problemy współczesnej ekonomii, s. 95.

Wybór określonego podejścia zależy od wielu czynników, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Zalicza się do nich m.in. stosunek właścicieli i kadry zarządzającej do ryzyka, w tym do ryzyka walutowego, wartość obrotów zagranicznych w relacji do ogólnej wartości obrotów firmy, siłę wpływu wahań kursowych na wyniki finansowe, jak również możliwości wykorzystania poszczególnych instrumentów zabezpieczających. Istotne znaczenie ma także rozmiar ekspozycji netto przedsiębiorstwa, stabilność waluty rozliczeniowej oraz czas pozostały do wygaśnięcia ryzyka – im jest on krótszy, tym niższe jest ryzyko poniesienia strat.

Podsumowując niniejszy rozdział należy podkreślić, że ryzyko rynku *commodities* odzwierciedla się w kondycji finansowej firm. Dotyczy to w szczególności takich aspektów, jak przychody i koszty działalności, rentowność, przepływy pieniężne. Są to ponadto należności, zobowiązania, kapitał pracujący, płynność finansowa oraz wartość przedsiębiorstwa. Możliwym efektem pogorszenia stanu finansowego firm jest z kolei spadek ich konkurencyjności i wiarygodności rynkowej, skutkujący m.in. ograniczonym dostępem do zewnętrznych źródeł finansowania.

Postępująca globalizacja oraz internacjonalizacja wymiany handlowej sprawiają, że ryzyko rynku *commodities* dotyka coraz większej grupy przedsiębiorstw. Kluczowe znaczenie ma zatem skuteczny system zarządzania ryzykiem cenowym oraz ryzykiem kursowym. W tym celu przedsiębiorstwa wykorzystują różnego rodzaju strategie, metody oraz narzędzia, czego przykładem jest metoda hedgingu, a zwłaszcza hedgingu opartego na instrumentach pochodnych – kontraktach typu *forward*, *futures*, czy też opcjach i swapach.

Biorąc pod uwagę rosnącą rolę rynku *commodities* w gospodarce światowej, znaczenie podjętej tematyki będzie stale rosło, tworząc jednocześnie potencjał do dalszych badań naukowych. Istotny jest również aspekt praktyczny, przejawiający się w tworzeniu metod oraz narzędzi umożliwiających przedsiębiorstwom skuteczne zarządzanie ryzykiem rynku towarowego.

2. Ryzyko inwestowania w akcje

2.1. Wybór wariantu inwestycyjnego w warunkach ryzyka w świetle teorii użyteczności

Jedną z teorii wyjaśniających podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka jest teoria użyteczności. Początki teorii użyteczności wiążą się z badaniami nad tak zwanym paradoksem petersburskim. Obserwując zachowanie graczy w pewnej ryzykownej grze losowej o nieskończonej wartości oczekiwanej wygranej, Daniel Bernoulli sformułował zasadę maksymalizacji oczekiwanej użyteczności. Zgodnie z tą zasadą dokonywany jest wybór w warunkach ryzyka, a nie na podstawie maksymalizacji oczekiwanego dochodu (maksymalnej stopy zwrotu)⁶¹. Teoria użyteczności jako reguła racjonalnego wyboru została formalnie opisana przez Johna von Neumanna i Oskara Morgensterna w latach 40. XX wieku⁶². Clyde Coombs zwraca uwagę, że człowiek nie zawsze postępuje racjonalnie i wtedy jego działanie nie jest zgodne z teorią użyteczności. Nie podważa to jednak samej teorii użyteczności, którą należy traktować jako standard lub narzędzie dla rozsądnego człowieka, a nie jako trafny model jego nierefleksyjnego wyboru⁶³.

W nowoczesnej teorii inwestowania, poczynając od pracy Harry'ego Markowitza z 1959 roku⁶⁴, a kończąc na nowszych opracowaniach z dziedziny, zachowanie inwestorów w warunkach ryzyka najczęściej wyjaśniane jest właśnie na gruncie teorii użyteczności⁶⁵. Inwestor podejmuje decyzje zgodnie z własną funkcją użyteczności $U(w)$. Funkcja ta przyporządkowuje

⁶¹ K. Arrow, *Eseje z teorii ryzyka*. PWN, Warszawa 1979, s. 78

⁶² T. Szapiro, *Co decyduje...*, op. cit., s. 53.

⁶³ C.H. Coombs, R. M. Dawes, A. Tversky, *Wprowadzenie do psychologii matematycznej*, PWN, Warszawa 1977, s. 188

⁶⁴ H. Markowitz, *Portfolio selection: efficient diversification of investments*, John Wiley and Sons, New York 1959.

⁶⁵ R.A. Haugen, *Teoria Nowoczesnego Inwestowania*, WIG-Press, Warszawa, 1996; H. Mayo, *Wstęp do inwestowania*, K.E. LIBER, Warszawa 1997; K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje*, PWN, Warszawa 1997; E.J. Elton, M.J. Gruber, *Nowoczesna Teoria Portfelowa...*, op. cit.; A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa*, Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa, 1998, s. 275; K. Jaruga (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, Wyd. Nauk. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000; W. Jurek, *Konstrukcja i analiza portfela papierów wartościowych o zmiennym dochodzie*, Wyd. AE, Poznań, 2001; W. Dębski, *Rynek finansowy i jego mechanizmy*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2001; M. Doumpos, C. Zopounidis, *Multicriteria Analysis in Finance*, Springer 2014. E. Barucci, C. Fontana, *Financial Markets Theory. Equilibrium, Efficiency and Information*, Springer 2017.

bogactwu (w) użyteczność, jaką to bogactwo posiada dla inwestora. Poziom zamożności inwestora związany jest ze stopą zwrotu osiąganą z inwestycji; im wyższa stopa zwrotu, tym wyższy poziom zamożności. Z tego powodu funkcja użyteczności może być rozpatrywana zarówno dla bogactwa, jak i dla stopy zwrotu⁶⁶. Poszczególnym inwestorom mogą odpowiadać różne funkcje użyteczności, są jednak pewne własności funkcji użyteczności wspólne dla wszystkich inwestorów. Po pierwsze, najważniejszym ograniczeniem nałożonym na funkcję użyteczności jest założenie, że inwestor woli posiadać więcej niż mniej, czyli wyższa stopa zwrotu w porównaniu z niższą stopą zwrotu, charakteryzuje się wyższą użytecznością. Porównując dwie inwestycje wolne od ryzyka zawsze preferowana będzie ta o wyższym dochodzie. Oznacza to, że pierwsza pochodna funkcji użyteczności powinna być dodatnia ($U'(w) > 0$). Po drugie, kształt funkcji użyteczności zależy od stosunku inwestora do ryzyka; w literaturze wyróżnia się trzy typy inwestorów⁶⁷:

- inwestor niechętny ryzyku,
- inwestor neutralny wobec ryzyka,
- inwestor skłonny do ryzyka.

Jeżeli inwestor jest niechętny ryzyku, to jego funkcja użyteczności jest wklęsła, czyli jej druga pochodna jest ujemna ($U''(w) < 0$). Przykrość związana z utratą jednostki pieniądza jest większa niż przyjemność z jej uzyskania. Z kolei liniowa funkcja użyteczności odpowiada inwestorowi neutralnemu wobec ryzyka, wówczas druga pochodna tej funkcji równa jest zeru, ($U''(w) = 0$). Przykrość związana ze stratą jednostki pieniądza jest wówczas równa przyjemności jej uzyskania. Inwestor skłonny do ryzyka charakteryzuje się zaś wypukłą funkcją użyteczności, druga pochodna jest dodatnia ($U''(w) > 0$). Użyteczność zarobienia każdej dodatkowej złotówki jest większa niż przykrość związana z jej utratą.

Większość inwestorów jest niechętnych ryzyku. Charakteryzują się oni malejącą, krańcową użytecznością bogactwa, to znaczy każdy dodatkowy procent wzrostu bogactwa powoduje coraz mniejszy przyrost użyteczności, co umownie ilustruje się tak, jak pokazuje to rysunek 2.1.

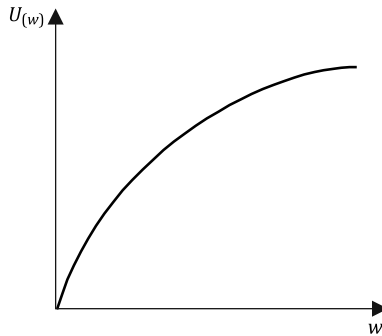
Inwestorzy różnią się między sobą także preferencjami dotyczącymi inwestowania w walory ryzykowne w zależności od posiadanego bogactwa. Preferencje te można wyrazić wartościowo poprzez miary niechęci (awersji) do ryzyka⁶⁸, do których należą:

- miara absolutnej niechęci do ryzyka,
- miara względnej niechęci do ryzyka.

⁶⁶ K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje...*, op. cit., s. 112.

⁶⁷ E.J. Elton, M.J. Gruber, *Nowoczesna Teoria Portfelowa...*, op. cit., s. 257.

⁶⁸ K. Arrow, *Eseje z teorii ryzyka...*, op. cit., s. 106.



Rysunek 2.1. Funkcja użyteczności inwestora niechętnego podejmowaniu ryzyka
Źródło: T. Tyszka, op. cit., s. 77.

Absolutna (bezwzględna) niechęć do ryzyka $A(w)$ zależy od pierwszej i drugiej pochodnej funkcji użyteczności według wzoru (1.1):

$$A(w) = \frac{-U''(w)}{U'(w)}. \quad (1)$$

Przyjmując jako prawdziwe założenie, że inwestor woli posiadać więcej niż mniej, czyli że pierwsza pochodna funkcji użyteczności jest dodatnia ($U'(w) > 0$), absolutna niechęć do ryzyka $A(w)$ ma zawsze przeciwny znak do drugiej pochodnej funkcji użyteczności. Pierwsza pochodna absolutnej niechęci do ryzyka pozwala określić, jak absolutna niechęć inwestora do ryzyka zmienia się wraz ze wzrostem bogactwa. Możliwe są tu trzy sytuacje:

- $A'(w) < 0$ – malejąca absolutna niechęć do ryzyka, co oznacza, że wraz ze wzrostem bogactwa inwestor zwiększa kwotę ulokowaną w ryzykowne aktywa;
- $A'(w) = 0$ – stała absolutna niechęć do ryzyka, co oznacza, że wraz ze wzrostem bogactwa nie zmieniają się preferencje inwestora co do lokowania w aktywa ryzykowne;
- $A'(w) > 0$ – rosnąca absolutna niechęć do ryzyka, co oznacza, że wraz ze wzrostem bogactwa inwestor lokuje coraz mniej w ryzykowne aktywa.

Badania wskazują, że większość inwestorów charakteryzuje się malejącą absolutną niechęcią do ryzyka, czyli im są bogatsi, tym większą kwotę są skłonni ulokować w ryzykownym przedsięwzięciu⁶⁹.

Miara absolutnej niechęci do ryzyka związana jest z kwotą jaką inwestor jest skłonny ulokować w aktywach ryzykownych. Natomiast miara względnej niechęci do ryzyka ($R(w)$) określa, jaką część jego majątku będzie ta kwota stanowiła:

$$R(w) = w \frac{U''(w)}{U'(w)}. \quad (2)$$

⁶⁹ E.J. Elton, M.J. Gruber, *Nowoczesna Teoria Portfelowa...*, op. cit., s. 260.

Pierwsza pochodna względnej niechęci do ryzyka pozwala określić, jak względna niechęć inwestora do ryzyka zmienia się wraz ze wzrostem bogactwa. Podobnie jak w przypadku absolutnej niechęci do ryzyka, możliwe są tu trzy sytuacje:

- $R'(w) < 0$ – malejąca względna niechęć do ryzyka, kiedy wraz ze wzrostem bogactwa inwestor zwiększa część majątku ulokowanego w ryzykowne aktywa;
- $R'(w) = 0$ – stała względna niechęć do ryzyka, kiedy wraz ze wzrostem bogactwa nie zmienia się odsetek majątku ulokowanego w ryzykowne aktywa;
- $R'(w) > 0$ – rosnąca względna niechęć do ryzyka, kiedy wraz ze wzrostem bogactwa inwestor lokuje coraz mniejszą część swojego majątku w ryzykowne aktywa.

Inwestor wybierając dany wariant inwestycyjny bierze pod uwagę oczekiwaną stopę zwrotu i ryzyko. Im wyższa jest stopa zwrotu, tym inwestycja jest korzystniejsza, ryzyko natomiast stanowi cechę niepożądaną.

Relacje te ilustruje prosty przykład⁷⁰. Załóżmy, że mamy do wyboru dwa warianty inwestycyjne A i B. Wariant A będzie korzystniejszy od wariantu B wtedy i tylko wtedy, gdy:

$$E(R_A) \geq E(R_B) \text{ oraz } Ryzyko_A < Ryzyko_B, \quad (3)$$

lub:

$$E(R_A) > E(R_B) \text{ oraz } Ryzyko_A \leq Ryzyko_B, \quad (4)$$

gdzie:

$E(R_A)$ – oczekiwana stopa zwrotu z wariantu A,

$E(R_B)$ – oczekiwana stopa zwrotu z wariantu B,

$Ryzyko_A$ – ryzyko charakteryzujące wariant A,

$Ryzyko_B$ – ryzyko charakteryzujące wariant B.

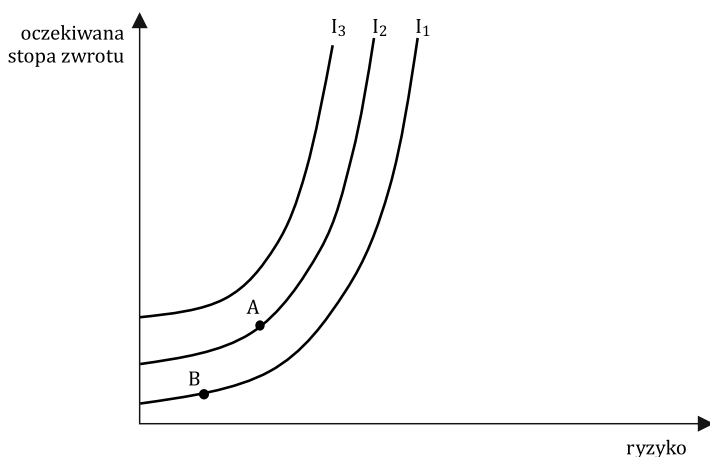
Rozważmy teraz następującą sytuację:

lub:
$$E(R_A) \geq E(R_B) \text{ oraz } Ryzyko_A > Ryzyko_B, \quad (5)$$

$$E(R_A) > E(R_B) \text{ oraz } Ryzyko_A \geq Ryzyko_B. \quad (6)$$

W tym wypadku powstaje problem wyboru lepszego wariantu inwestycyjnego. Biorąc pod uwagę stopę zwrotu, lepszy jest wariant A; jednak z uwagi na niższe ryzyko korzystniejszy jest wariant B. W takim wypadku, wybór wariantu inwestycyjnego będzie zależał od kształtu krzywych obojętności konkretnego inwestora. Krzywe obojętności są wyznaczane w układzie stopa zwrotu–ryzyko, ilustruje to rysunek 2.2.

⁷⁰ B. Porter, *Semivariance and stochastic dominance: a comparison*. American Economic Review 64(1), 1974, s. 200–204.



Rysunek 2.2. Krzywe obojętności inwestora

Źródło: opracowanie własne na podstawie: H. Mayo, op. cit., s. 187.

Każda krzywa charakteryzuje się jednakową użytecznością⁷¹. Toteż dla inwestora wszystkie kombinacje stopy zwrotu i ryzyka, leżące na jednej krzywej, są tak samo użyteczne. Inwestor wybierze wariant inwestycyjny leżący na najwyższej z krzywych obojętności, w opisywanym wyżej przypadku będzie to wariant A.

2.2. Miary ryzyka

Na tle przedstawionych rozważań zagadnieniem zasadniczym jest ilościowe ujęcie ryzyka. W dotychczasowych rozważaniach pominięty został problem mierzenia ryzyka. Pojedynczy inwestorzy mogą się różnić między sobą nie tylko kształtem krzywych obojętności, ale także samym rozumieniem i sposobem mierzenia ryzyka. W literaturze finansowej opisano wiele miar ryzyka. Mogą być one dzielone ze względu na różne kryteria. Najbardziej popularny jest podział wyszczególniający trzy grupy⁷²:

- miary zmienności,
- miary wrażliwości,
- miary zagrożenia.

Miary zmienności odzwierciedlają fluktuacje stóp zwrotu. Do tego rodzaju miar należą statystyczne miary rozproszenia. Miary wrażliwości odzwierciedlają wpływ pewnych zmiennych, zwanych czynnikami ryzyka, na

⁷¹ K. Jajuga, T. Jajuga, *Inwestycje...*, op. cit., s. 118.

⁷² K. Kuziak, *Pomiar ryzyka przedsiębiorstwa. Modele pomiaru i ich ryzyko*, Wyd. UE, Poznań 2011, s. 97.

stopę zwrotu. Miary zagrożenia inaczej nazywane są kwantylowymi miarami ryzyka. Podstawowymi miarami w tej grupie jest *wartość zagrożona* (*Value at Risk*), oraz *warunkowa wartość zagrożona* (*Conditional Value at Risk*).

Podstawowa różnica pomiędzy miarami wrażliwości a miarami zmienności, jak i miarami zagrożenia, polega na tym, że miary wrażliwości uwzględniają przyczyny ryzyka, natomiast miary zmienności i zagrożenia mierzą skutki występowania ryzyka⁷³.

Biorąc pod uwagę przyczyny i skutki ryzyka można ogół miar ryzyka podzielić na dwie główne grupy⁷⁴:

- miary uwzględniające skutki ryzyka,
- miary uwzględniające źródła ryzyka.

Ponadto w pracy szczególny nacisk położony jest na podział miar ryzyka ze względu na to, czy ujmują one ryzyko w sposób neutralny czy też negatywny.

Miary ryzyka w ujęciu neutralnym będą zawsze symetrycznymi miarami ryzyka, takimi jak odchylenie standardowe i inne statystyczne miary dyspersji. W dalszej części pracy będziemy je nazywać symetrycznymi miarami ryzyka. Do ilościowego wyrażenia negatywnego ujęcia ryzyka konieczne jest zastosowanie miar asymetrycznych, uwzględniających tylko lewą stronę rozkładu stóp zwrotu, przykładem takich miar są dolne momenty cząstkowe i kwantylowe miary ryzyka. W dalszej części pracy miary te będą nazywane dolnymi miarami ryzyka. Zarówno miary odnosząc się do skutków ryzyka, jak i jego przyczyn można podzielić na miary symetryczne i dolne.

2.2.1. Miary uwzględniające skutki ryzyka.

Neutralna i negatywna koncepcja ryzyka – miary symetryczne i dolne

Klasycznymi miarami ryzyka są wariancja (S^2) i odchylenie standardowe (S). Po raz pierwszy te statystyczne miary dyspersji wykorzystane zostały do mierzenia ryzyka przez Markowitza⁷⁵. Zmienną losową w tym wypadku jest stopa zwrotu (R). Im wyższa wartość tych miar, tym większe jest ryzyko, że zrealizowana stopa zwrotu będzie różna od oczekiwanej. W praktyce nie znamy rozkładu prawdopodobieństwa stóp zwrotu akcji. Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie „techniki danych historycznych”⁷⁶, czyli oszacowanie rozkładu stóp zwrotu na podstawie zaobser-

⁷³ K. Jaruga (red.), *Metody ekonometryczne...*, op. cit.

⁷⁴ K. Kuziak, *Pomiar ryzyka przedsiębiorstwa...*, op. cit., s. 98.

⁷⁵ H. Markowitz, *Portfolio selection*, Journal of Finance 7, 1952, s. 77–91.

⁷⁶ A. Krzemienowski, W. Ogryczak, *Warunkowa wartość zagrożona jako miara ryzyka w optymalizacji portfela inwestycyjnego – cz. I. Model programowania liniowego*, Rynek Terminowy 4, 2002, s. 119.

wowanych szeregów czasowych. Przyjmując, że każda obserwacja historyczna jest tak samo prawdopodobna, za estymatora wartości oczekiwanej stosuje się średnią stopę zwrotu ($\bar{R}$):

$$\bar{R} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_t, \quad (7)$$

gdzie:

T – liczba jednostek czasowych, w których rejestrowane są stopy zwrotu,

R_t – stopa zwrotu osiągnięta w t -tym okresie.

Również wariancję i odchylenie standardowe oraz inne omawiane miary ryzyka obliczymy na podstawie odpowiednich estymatorów próbkowych według wzorów:

$$S^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2}{T-1}, \quad (8)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2}{T-1}}, \quad (9)$$

Wartość równa zero oznacza brak ryzyka. Rachunek wariancji i odchylenia standardowego prowadzi do nadawania relatywnie większego znaczenia dużym odchyleniom od średniej niż małym. Takie podejście ma uzasadnienie w przypadku inwestorów z awersją do ryzyka. Jeżeli inwestor jest neutralny wobec ryzyka, to właściwszą miarą ryzyka jest odchylenie przeciętne:

$$d = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T |R_t - \bar{R}|. \quad (10)$$

Do mierzenia zróżnicowania stóp zwrotu akcji wykorzystuje się także średnią różnicę Giniego (Γ)⁷⁷. Miara ta jest połową średniej absolutnych różnic pomiędzy wszystkimi możliwymi do wyodrębnienia parami zaobserwowanych wartości zmiennej losowej (X):

$$\Gamma = \frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T \sum_{t' > t}^T |R_t - R_{t'}|. \quad (11)$$

Rachunek średniej różnicy Giniego wymaga wykonania znacznie większej liczby obliczeń w porównaniu z odchyleniem standardowym czy też odchyleniem przeciętnym. Dla powyższych klasycznych miar dyspersji, liczba sumowanych odchyleń równa jest liczbie obserwacji. Dla średniej różnicy Giniego, liczba sumowanych odchyleń jest 2-elementową kombinacją zbioru T -elementowego. Przykładowo, dla 100 obserwacji kombinacja ta wynosi 4950.

Pewną wadą wariancji i odchylenia standardowego jako miar ryzyka jest jednakowe traktowanie odchyleń ujemnych i dodatnich od oczekiwanej stopy

⁷⁷ S. Yitzhaki, *Stochastic dominance, mean variance and Gini's mean difference*, American Economic Review 72, 1982, s. 178–185; A. Gluzicka, *Wybrane metody dywersyfikacji portfeli inwestycyjnych*, Wyd. UE, Katowice 2018, s. 57–61.

zwrotu. W rzeczywistości odchylenia ujemne są niepożądane, a dodatnie stwarzają możliwość większego zysku⁷⁸. Miarami pozbawionymi tych wad są semiwariancja ($dS^2(l)$) i semiodchylenie standardowe ($dS(l)$). Zastosowanie ich jest zgodne z tak zwaną negatywną koncepcją ryzyka. Miary te zdefiniował po raz pierwszy Markowitz⁷⁹, za pomocą wzorów:

$$dS^2(l) = \frac{\sum_{t=1}^T d_t^2(l)}{T-1}, \quad (12)$$

$$dS(l) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T d_t^2(l)}{T-1}}, \quad (13)$$

gdzie:

$$d_t(l) = \begin{cases} 0 & \text{dla } R_t \geq l \\ R_t - l & \text{dla } R_t < l \end{cases}, \quad (14)$$

l jest równe średniej stopie zwrotu bądź stopie zwrotu γ zadanej przez inwestora, za punkt odniesienia przyjmuje się również stopę wolną od ryzyka.

Mamy więc do czynienia z dwiema odmianami semiwariancji. Jedna z nich jest sumą kwadratów odchyłeń poniżej średniej, druga poniżej poziomu określonego przez inwestora. Warto zauważyć, że γ jest niezależne od rozkładu stóp zwrotu danej akcji czy portfela, natomiast ($\bar{R}$) może być różne dla poszczególnych akcji (portfeli), więc odchylenia dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych mierzone są względem innych punktów odniesienia⁸⁰. Z tego powodu stosuje się odmienne nazwy dla powyższych dwóch rodzajów semiwariancji⁸¹. W literaturze polskiej oraz zachodniej istnieją drobne rozbieżności i nieścisłości co do nazewnictwa powyższych miar. W niektórych opracowaniach nazwa „semiwariancja” jest używana jedynie w kontekście odchyłeń od średniej⁸². Zgodnie z nazewnictwem występującym w pracy Markowitza⁸³, w którym ta niesymetryczna miara ryzyka została zdefiniowana, w niniejszej pracy określenie „semiwariancja” jest używane zarówno w kontekście odchyłeń od średniej, jak i odchyłeń od założonej przez inwestora stopy zwrotu γ . W niniejszej pracy niekiedy

⁷⁸ A. Rutkowska-Ziarko, C. Pyke, *The development of downside accounting beta as a measure of risk*, Economics and Business Review 3(17)/4, 2017.

⁷⁹ H. Markowitz, *Portfolio selection: efficient...*, op. cit., 1959, s. 188–189.

⁸⁰ P. Fishburn, *Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns*, The American Economic Review march 1977, s. 118.

⁸¹ D. Nawrocki, *A brief history of downside risk measures*, Journal of Investing 8/3, 1999 s. 9–17.

⁸² K. Jajuga, T. Jaruga, *Inwestycje...*, op. cit.; W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *Zarządzanie ryzykiem*, PWE, Warszawa 2001; F. Reilly, K. Brown, *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, PWE, Warszawa 2001; B. Eftekhari, C. Pedersen, E. Satchell, *On the volatility of measures of financial risk: an investigation using returns from European markets*, The European Journal of Finance 6, 2000, s. 18–38.

⁸³ H. Markowitz, *Portfolio selection: efficient...*, op. cit.

semiwariancja dla odchyleń poniżej średniej nazywana jest „poniżej-średniej semiwariancją” ($dS^2(\gamma)$), dla odchyleń poniżej założonej stopy zwrotu γ , „semiwariancją od założonej stopy zwrotu” ($dS^2(\gamma)$) – krótko „ γ -semiwariancją”.

Rozwinięciem i uogólnieniem semiwariancji jako miary zagrożenia było zdefiniowanie uogólnionych dolnych momentów cząstkowych przez Viveka Bawę i Petera Fishburna⁸⁴, krótko nazywanych dolnymi momentami cząstkowymi. Opis tych miar można znaleźć również w literaturze polskiej⁸⁵. Dolnym momentem cząstkowym n -tego stopnia nazywamy wyrażenie:

$$lpm_n = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T lpm_t^n, \quad (15)$$

gdzie:

$$lpm_t = \begin{cases} 0 & \text{dla } R_t \geq \gamma \\ \gamma - R_t & \text{dla } R_t < \gamma \end{cases} \quad (16)$$

We wzorze (16), gdy zrealizowana stopa zwrotu R_t odejmowana jest od poziomu γ , a działanie jest wykonywane dla $R_t < \gamma$, gwarantuje to, że dolny moment cząstkowy zawsze osiąga wartości nieujemne. Semiwariancja jest miarą ryzyka wykorzystywaną jako dolny odpowiednik wariancji w modelach wyboru portfeli akcji⁸⁶.

Zauważmy, że dla $n = 2$ lpm jest równy γ -semiwariancji (drugi dolny moment cząstkowy). Stopień lpm opisuje skłonność inwestora do ryzyka⁸⁷. Jeżeli:

- a) $n > 1$, to inwestor charakteryzuje się awersją do ryzyka, awersja ta wzrasta wraz ze wzrostem n ,
- b) $n = 1$, to inwestor jest neutralny wobec ryzyka,
- c) $n < 1$, to inwestor charakteryzuje się skłonnością do ryzyka.

Inną koncepcją mierzenia ryzyka rozumianego w kontekście szkody lub straty jest wartość zagrożona (VaR – *Value at Risk*). Jest to taka strata wartości rynkowej akcji (portfela), że prawdopodobieństwo osiągnięcia jej lub przekroczenia w zadanym przedziale czasu jest równe zadanemu poziomowi tolerancji⁸⁸:

⁸⁴ V.S. Bawa, E.B. Lindenberg, *Capital Market Equilibrium in a Mean-Lower Partial Moment Framework*, Journal of Financial Economics 5, 1977, s. 189–200; P. Fishburn, *Mean-risk analysis...*, op. cit., s. 116–126.

⁸⁵ K. Jaruga (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne...*, op. cit., s. 117–118; K. Jaruga (red.), *Zarządzanie ryzykiem...*, op. cit., s. 44.

⁸⁶ A. Rutkowska-Ziarko, P. Garsztka, *Diversification of risk of a fundamental portfolio based on semi-variance*, Poznań University of Economics Review 14/2, 2014, s. 80–95.

⁸⁷ D. Nawrocki, K. Stamples, *A customized LPM risk measure for portfolio analysis*, Applied Economics 21, 1989, s. 206.

⁸⁸ K. Jaruga (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne...*, op. cit., s. 134.

$$P(W \leq W_0 - VaR) = \alpha, \quad (17)$$

gdzie:

W_0 – obecna wartość portfela,

W – wartość portfela na koniec okresu,

α – poziom tolerancji.

Wartość zagrożona może odnosić się także do stopy zwrotu ⁸⁹:

$$P(R_p \leq VaR) = \alpha, \quad (18)$$

gdzie:

R_p jest zmienną losową oznaczającą stopę zwrotu portfela.

Istnieje ścisły związek pomiędzy VaR a dolnym momentem cząstkowym dla $n = 0$ oraz $\gamma = VaR$ ⁹⁰. Opisuje go równość:

$$lpm_0 = F(VaR), \quad (19)$$

gdzie F oznacza dystrybuantę stóp zwrotu.

Uogólnieniem wartości zagrożonej jest warunkowa wartość zagrożona ($CVaR$ – *Conditional Value at Risk*), zdefiniowana jako średnia w ramach kwantyla wziętego z „ogona” rozkładu stóp zwrotu portfela, w praktyce wyznacza się ją jako średnią z k najniższych zrealizowanych stóp zwrotu ⁹¹:

$$CVaR = \frac{1}{k} \sum_{t_k}^k R_{t_k}, \quad (20)$$

gdzie:

t_k – numery okresów o k najniższych stopach zwrotu.

W tym samym roku, w którym ukazał się fundamentalny dla analizy inwestycji portfelowych artykuł Markowitza ⁹², pojawiła się także pierwsza propozycja ujęcia ryzyka inwestycji giełdowych w kategoriach szkody lub straty ⁹³. Praca Arthura Roya dała początek stosowania miar zagrożenia w finansach ⁹⁴. Roy utożsamiał ryzyko z prawdopodobieństwem nieosiągnięcia poziomu aspiracji (zadanej przez inwestora stopy zwrotu γ), czyli:

$$P(R \leq \gamma) = \int_{-\infty}^{\gamma} f(R) dR \quad (21)$$

gdzie:

$f(R)$ – funkcja gęstości rozkładu stóp zwrotu.

Prawdopodobieństwo nieosiągnięcia poziomu aspiracji jest najstarszą miarą zagrożenia. Jeżeli rozkład stóp zwrotu jest w przybliżeniu normalny,

⁸⁹ F. Sortino, S. Satchell, *Managing downside risk in financial markets: theory, practice and implementation*, Butterworth – Heinemann Oxford 2001, s. 71.

⁹⁰ M. Unser, *Lower partial moments as measure of perceived risk: an experimental study*, Journal of Economic Psychology 21, 2000, s. 275.

⁹¹ A. Krzemienowski, W. Ogryczak, *Warunkowa wartość zagrożona...*, op. cit.; A. Krzemienowski, *Warunkowa wartość zagrożona jako miara ryzyka w optymalizacji portfela inwestycyjnego – cz. II. Analiza skuteczności na GPW*, Rynek Terminowy 1, 2003, s. 117–123.

⁹² H. Markowitz, *Portfolio selection...*, op. cit., s. 77–91.

⁹³ A. Roy, *Safety first and holding of assets*, Econometrica 20(3), 1952, s. 431–449.

⁹⁴ D. Nawrocki, *A brief history...*, op. cit., s. 9–17.

to można wyznaczyć prawdopodobieństwo nieosiągnięcia poziomu aspiracji korzystając z tablic dystrybucyj standardowego rozkładu normalnego.

Prawdopodobieństwo nieosiągnięcia poziomu aspiracji jest równe dolnemu momentowi cząstkowemu dla $n = 0$:

$$lpm_0 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T lpm_t^0, \quad (22)$$

Szczególnym przypadkiem miary zaproponowanej przez Roya jest prawdopodobieństwo straty $P(R \leq 0)$. Określa ono, jak duże jest ryzyko, że stopa zwrotu z akcji (portfela) będzie mniejsza lub równa zero, czyli:

$$P(R \leq 0) = \int_{-\infty}^0 f(R) dR, \quad (23)$$

Zauważmy, że prawdopodobieństwo straty jest równe dolnemu momentowi cząstkowemu dla $n = 0$ i $\gamma = 0$:

$$lpm_0 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T lpm_t^0, \quad (24)$$

gdzie:

$$lpm_t = \begin{cases} 0 & \text{dla } R_t \geq 0 \\ -R_t & \text{dla } R_t < 0 \end{cases}. \quad (25)$$

Podniesienie starty do potęgi zerowej, jak ma to miejsce we wzorze (24) powoduje, że ignorowana jest wielkość tej straty, co przecież ma istotne znaczenie dla inwestora.

2.2.2. Miary uwzględniające źródła ryzyka.

Neutralna i negatywna koncepcja ryzyka – miary symetryczne i dolne

Miary ryzyka, których wielkości uwzględniają skutki podejmowania decyzji inwestycyjnych, są miarami ryzyka całkowitego. Druga grupa miar uwzględnia w swej istocie źródła ryzyka, które są pochodną systematycznych czynników koniunkturalnych i gospodarczych. Miary te, zwane w literaturze miarami wrażliwości, odwzorowują wpływ analizowanych przyczyn ryzyka na ceny lub stopy zwrotu instrumentów finansowych. Im większa wrażliwość cen lub stóp zwrotu na zmiany systematycznych czynników, tym większe jest tzw. ryzyko systematyczne danego instrumentu.

Podstawą wyznaczenia miar uwzględniających źródła ryzyka są modele deterministyczne, nieuwzględniające czynnika losowego i modele stochastyczne, w których składnik losowy występuje. Miary wrażliwości są wynikiem pochodnych cząstkowych funkcji obrazujących dany model względem określonego czynnika systematycznego⁹⁵. Należy zaznaczyć, że ze względu

⁹⁵ K. Jaruga (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne...*, op. cit.

na różne klasy instrumentów finansowych, takich jak akcje, obligacje, kontrakty terminowe czy opcje, można znaleźć wiele modeli, w których definiowana jest szeroka gama miar wrażliwości. Wśród nich wyróżnić można m.in. współczynniki zabezpieczenia dla kontraktów terminowych, współczynniki greckie czy współczynniki z modeli zdyskontowanych przepływów pieniężnych. W niniejszym opracowaniu zaprezentowane zostaną współczynniki wrażliwości z modeli generujących stopy zwrotu akcji spółek notowanych na rynku kapitałowym.

Rozważania nad zdefiniowaniem przyczyn ryzyka systematycznego, będących składnikami danego modelu, biorąc pod uwagę również jego postać funkcyjną, można przeprowadzić w kontekście wyceny aktywów na rynku kapitałowym. Zgodnie z rozważaniami nad wariancją portfela inwestycyjnego, składnikiem decydującym o rozmiarach ryzyka całkowitego takiego portfela jest struktura korelacji rentowności walorów wchodzących w jego skład. Badania nad przyczynami kształtującymi wielkość poszczególnych elementów kowariancyjnych dla dwóch dowolnych walorów oraz wyznaczenie wariancji portfela za pomocą relatywnie prostszej formuły niż teoria Markowitza, stały się przedmiotem wielu analiz na rozwiniętych rynkach kapitałowych.

Rozpatrując kolejne notowania pojedynczych papierów wartościowych można zaobserwować, że istnieją okresy spadku bądź wzrostu cen tych papierów, lub też okresy ich stabilizacji. Biorąc pod uwagę wszystkie walory występujące na danym rynku kapitałowym, rozumiane jako agregatowy portfel, możemy badać ogólne tendencje panujące na rynku (giełdzie). Rynek kapitałowy zatem może charakteryzować się trendem wzrostowym, co zwykło się nazywać fazą hossy, lub też trendem spadkowym określanym jako bessa. Brak wyraźnej tendencji natomiast określa się mianem stabilizacji lub stagnacji.

Rodzi się zatem przypuszczenie, czy określony stan koniunktury giełdowej oddziaływać będzie na pojedyncze papiery wartościowe. Jeśli tak, to w jakim stopniu i co będzie miarą wielkości tego oddziaływania?

Badania prowadzone na rozwiniętych rynkach kapitałowych dają potwierdzenie tej tezie. Skutkiem tego przypuszczenia jest pojawienie się modelu jednowskaźnikowego, opracowanego na początku lat 60. przez Williama Sharpe'a⁹⁶.

W ogólnym pojęciu model pojedynczego indeksu Sharpe'a (*Single Index Model*) zakłada, że stopy zwrotu papierów wartościowych kształtują się zgodnie z tendencją panującą na danym rynku kapitałowym. Innymi słowy, wyjaśnienia skorelowania stóp zwrotu walorów należy upatrywać we wspólnej ich reakcji na zmiany występujące na rynku. Wyznacznikiem ogólnej

⁹⁶ W.F. Sharpe, *A Simplified Model of Portfolio Analysis*, Management Science 1, 1963, s. 277–293.

koniunktury giełdowej jest agregatowy indeks giełdowy. Zależność między stopami zwrotu poszczególnych walorów a stopą zwrotu indeksu giełdowego wyrazić można następująco⁹⁷:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + \xi_{it} \quad (i = 1, \dots, k), (t = 1, \dots, T), \quad (26)$$

gdzie:

R_{it} – stopa zwrotu i -tego waloru,

α_i – wyraz wolny modelu; składnik stopy zwrotu i -tego waloru niezależny od rynku,

β_i – współczynnik beta i -tego waloru, mierzący reakcję waloru na zmiany indeksu,

R_{Mt} – stopa zwrotu portfela rynkowego (indeksu giełdowego) w t -tym okresie,

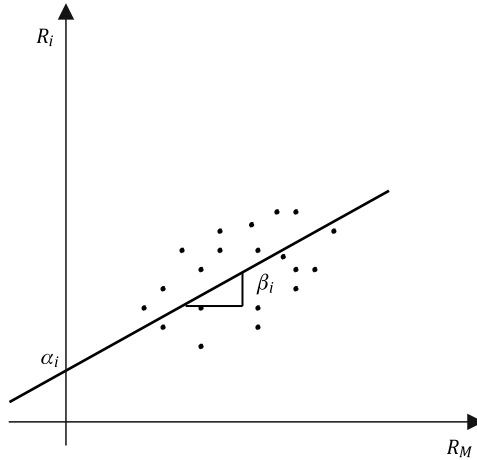
ξ_{it} – składnik zakłócający równania.

Równanie powyższe nazywane jest linią charakterystyczną danego waloru (*characteristic line*). Współczynnik beta, będący miarą wrażliwości, pozwala wyodrębnić walory, reagujące w mniejszym oraz większym stopniu na zmiany indeksu rynkowego. Współczynnik beta dla tego indeksu równy jest jeden ($\beta_M = 1$). Papiery mające wartość tego współczynnika większą od jedności nazywane są agresywnymi. W czasie hossy osiągane rentowności tych akcji są większe od rentowności indeksu rynkowego, natomiast w okresie bessy spadek zyskowności tych akcji jest głębszy niż spadek zyskowności inwestycji w indeks rynkowy. Akcje degresywne, czyli takie, dla których współczynnik beta jest z przedziału $(0;1)$, reagują na zwynyki bądź spadki koniunktury giełdowej w stopniu mniejszym niż indeks giełdowy. Jeżeli walor charakteryzuje się ujemną wartością współczynnika beta, oznacza to, że osiągane rentowności tego waloru są odwrotną reakcją w stosunku do zmian stóp zwrotu indeksu giełdowego.

Odchylenia rzeczywistej stopy zwrotu danego waloru od jej wartości wynikającej z relacji (26), spowodowane są czynnikami o charakterze mikro-ekonomicznym, mającymi wpływ tylko na pojedyncze walory. Odchylenia te, zwane składnikami losowymi lub zakłócającymi, oznaczone symbolem ξ , są wynikiem sytuacji finansowej poszczególnych firm emitujących dany papier wartościowy. Konkretnie wydarzenia odnoszące się do pojedynczych firm są przyczyną kształtowania się poziomu stóp zwrotu akcji emitowanych przez te firmy. Występowanie zmiennej losowej ξ spowoduje zatem, że rzeczywiste stopy zwrotu będą rozproszone wokół linii charakterystycznej, jak na rysunku 2.3.

Im mniejszy stopień wpływu zmian indeksu giełdowego na zmiany stóp zwrotu danego waloru, tym większe jest rozproszenie punktów wokół linii prostej.

⁹⁷ E.J. Elton, M.J. Gruber, *Nowoczesna Teoria Portfelowa...*, op. cit., s. 154.



Rysunek 2.3. Linia charakterystyczna i -tego waloru

Źródło: opracowanie własne.

Teoria modelu jednowskaźnikowego wskazuje na to, że wydarzenia dotyczące poszczególnych walorów będą bez wpływu na pozostałe papiery wartościowe. Wzrost rentowności akcji danej firmy bowiem nie musi oznaczać wzrostu bądź spadku rentowności akcji innych firm. Składniki zakłócające poszczególnych firm zatem nie będą skorelowane pomiędzy sobą. Ewentualna ich korelacja może świadczyć o istnieniu innych, oprócz koniunktury giełdowej, systematycznych (makroekonomicznych) czynników generujących stopy zwrotu papierów wartościowych. To upraszczające założenie przyjęte w modelu Sharpe'a możemy zapisać następująco:

$$E(\xi_i \xi_j) = 0, \quad (i = 1, \dots, k; \quad j = 1, \dots, k; \quad i \neq j). \quad (27)$$

Zgodnie z powyższym, składniki losowe równań modelu dla i -tego i j -tego waloru, związane ze specyficzną stopą zwrotu nie są skorelowane, co oznacza, że jedyną przyczyną jednakowych, systematycznych zmian stóp zwrotu walorów jest ich wspólna, podobna reakcja na zmiany stopy zwrotu z rynku.

Parametry równania (26) szacowane są za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK). Z konstrukcji zastosowanej metody wynika, że wartość oczekiwana składników losowych równa jest zero, co zapiszemy:

$$E(\xi_i) = 0, \quad (i = 1, \dots, k), \quad (28)$$

oraz zakłada się brak korelacji między zmienną niezależną, którą jest stopa zwrotu z indeksu giełdowego a specyficzną stopą zwrotu, tj.:

$$E(\xi_i, R_M) = 0, \quad (i = 1, \dots, k). \quad (29)$$

W kontekście procesu generującego stopy zwrotu z akcji opisanego równaniem (26), wariancję stopy zwrotu pojedynczego waloru, S_i^2 wyraża następujące równanie:

$$S_i^2 = \beta_i^2 S_M^2 + S_{\xi_i}^2, \quad (30)$$

gdzie:

S_i^2 – wariancja indeksu rynkowego,

$S_{\xi_i}^2$ – wariancja składnika losowego modelu pojedynczego indeksu, natomiast kowariancja między stopami zwrotu dwóch dowolnych walorów wynosi:

$$S_{ij} = E[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)] = \beta_i \beta_j S_M^2, \quad (31)$$

gdzie:

$\beta_i \beta_j$ – współczynniki beta odpowiednio i -tego i j -tego waloru.

Powyższe relacje są adekwatne również w stosunku do inwestycji portfelowych, a zatem⁹⁸:

$$S_P^2 = \beta_P^2 S_M^2 + S_{\xi_P}^2, \quad (32)$$

gdzie:

$$\beta_P = \sum_{i=1}^k x_i \beta_i, \quad (33)$$

oznacza współczynnik beta danego portfela, który jest średnią ważoną współczynników beta akcji wchodzących w skład tego portfela, gdzie wagami są udziały tych akcji w portfelu, a

$$S_{\xi_P}^2 = \sum_{i=1}^k x_i^2 S_{\xi_i}^2 \quad (34)$$

oznacza wariancję resztową danego portfela.

W ramach modelu jednoindeksowego całkowite ryzyko inwestycji (pojedynczych papierów wartościowych bądź portfeli) możemy dekomponować na dwa składniki. Pierwszym jest ryzyko systematyczne $\beta_i^2 S_M^2$ mówiące, w jakim stopniu stopa zwrotu z danej inwestycji reaguje na zmiany stopy zwrotu z rynku (β) oraz z jaką siłą rynek oddziałuje na poszczególne walory bądź portfele (S_M^2). Widać zatem, że ryzyka tego nie można zmniejszyć w miarę wzrostu liczby walorów w portfelu. Z uwagi na stałość wariancji rynku współczynnik beta jest właściwą miarą ryzyka danej inwestycji, które często nazywane jest ryzykiem rynkowym.

Drugi składnik $S_{\xi_P}^2$ obrazuje tzw. ryzyko specyficzne lub nierynkowe portfela. Zgodnie ze wzorem (34) wariancja resztowa portfela jest średnią ważoną wariancji resztowych różnych akcji znajdujących się w portfelu, gdzie wagami są kwadraty ich udziałów w portfelu. Zwiększając zatem rozmiary portfela, wariancja ta zmierzać będzie do zera, lecz nigdy go nie osiągnie, co równoznaczne jest z wyeliminowaniem niemal całego ryzyka specyficznego portfela. Dzieje się tak, ponieważ niektóre akcje w pewnych okresach osiągają stopy zwrotu wyższe, niż wynikałoby to z modelu jednoindeksowego (stopy te leżą powyżej ich linii charakterystycznych), a inne walory

⁹⁸ R.A. Haugen, *Teoria Nowoczesnego Inwestowania...*, op. cit., s. 179.

przyjmują stopy zwrotu poniżej swoich linii charakterystycznych. Składniki resztowe tych pierwszych będą zatem liczbami dodatnimi, natomiast drugich liczbami ujemnymi. Wiedząc, że składniki resztowe portfela są średnimi ze składników resztowych walorów wchodzących w jego skład, będą one przyjmowały stosunkowo coraz mniejsze wartości, gdy skład portfela powiększany będzie o nowe walory.

Należy podkreślić, że dokładność, z jaką na podstawie modelu jednoindeksowego wyznaczona będzie wariancja resztowa i tym samym całkowita wariancja portfela, zależy od tego, w jakim stopniu założenia modelu o braku korelacji między składnikami resztowymi pojedynczych walorów w portfelu są spełnione w rzeczywistości. Model jednoindeksowy bowiem może zaniżać oszacowania wariancji resztowej w przypadku dodatnich korelacji składników losowych albo zawyżać w sytuacji ich ujemnego skorelowania. Prawdziwą wartość wariancji resztowej można by uzyskać, uwzględniając w jej oszacowaniu niediagonalne elementy macierzy wariancji-kowariancji składników resztowych.

Wyznaczanie wariancji portfela opartej na modelu jednoindeksowym jest zadaniem znacznie prostszym i pozbawionym wielu dodatkowych obliczeń, niż to miało miejsce w przypadku teorii portfelowej Markowitza. Znajomość współczynników beta walorów wchodzących w skład portfela oraz ich wariancji resztowych z modelu pojedynczego indeksu umożliwia dokładne, alternatywne określenie ryzyka całkowitego danej inwestycji portfelowej.

Modele, na podstawie których wyznaczane są miary wrażliwości, często mają postać znacznie rozbudowaną od tej, jaką prezentuje model rynkowy. Wczesne prace Sharpe'a na temat uproszczenia metod wyboru portfela optymalnego, przez wykorzystanie modelu pojedynczego indeksu, zapoczątkowały falę poszukiwań nowych czynników, poza koniunkturą giełdową, odzwierciedlających w jak najdokładniejszym stopniu macierz korelacji stóp zwrotu papierów wartościowych. Przedstawione zostały dowody świadczące między innymi o znaczeniu indeksów branżowych czy sektorowych na podobne reakcje cen różnych walorów⁹⁹. Ponadto, potwierdzono istotny wpływ na stopy zwrotu walorów czynników natury fundamentalnej, takich jak wielkość firmy, rentowność kapitału czy stan płynności finansowej¹⁰⁰ oraz czynników makroekonomicznych, jak np. zmienności produkcji globalnej, zmienności struktury stóp procentowych czy zmienności kursów walutowych¹⁰¹.

⁹⁹ B. King, *Market and Industry Factors in Stock Price Behavior*, Journal of Business 39, 1966, s. 139–140.

¹⁰⁰ B. Rosenberg, *Extra-market components of covariance in security returns*, Journal of Financial and Quantitative Analysis 1974, s. 263–274.

¹⁰¹ N. Chen, R. Roll, S. Ross, *Economic Forces and the Stock Market*, The Journal of Business 59/3, 1986, s. 383–403.

Wspomniane badania bazowały zatem na założeniu, że modelami generującymi stopy zwrotu aktywów kapitałowych są modele wielowskaźnikowe (*multi-index model*), o postaci:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_{i1}f_{1t} + \beta_{i2}f_{2t} + \dots + \beta_{id}f_{dt} + \varepsilon_{it} \quad (i = 1, \dots, k), (t = 1, \dots, T), \quad (35)$$

gdzie:

- R_{it} – stopa zwrotu i -tego waloru w okresie t ,
- α_i – wyraz wolny modelu jako oczekiwana wartość specyficznej stopy zwrotu i -tego waloru niezależnej od wpływu wyróżnionych czynników,
- β_{il} – ładunek l -tego czynnika dla i -tego waloru, czyli parametr wrażliwości stopy zwrotu i -tego waloru na wpływ l -tego czynnika,
- f_{lt} – l -ty czynnik, systematycznie oddziałujący na stopy zwrotu i -tego waloru w okresie t ,
- ε_{it} – składnik zakłócający, stanowiący specyficzną część stopy zwrotu i -tego waloru w okresie t .

Powyższy model jest procesem spełniającym następujące własności, wynikające z jego konstrukcji bądź też z przyjętych założeń:

1. $E(\varepsilon_i) = 0$, $E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = S_\varepsilon^2$ dla $(i = j)$, $E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = 0$ dla $(i \neq j)$,
2. $E(f_l f_m) = 0$ dla $l \neq m$,
3. $E(f_{lt} \varepsilon_{it}) = 0$.

Założenie pierwsze określa składniki zakłócające równania jako zmienne losowe o zerowych wartościach oczekiwanych i niezerowych wariancjach oraz że składniki losowe równań modelu dla i -tego i j -tego waloru są nieskorelowane, co oznacza, że jedyną przyczyną jednakowych, systematycznych zmian stóp zwrotu walorów jest ich wspólna, podobna reakcja na zmiany czynników. Podobnie jak w modelu pojedynczego indeksu, tak i w modelach wielowskaźnikowych, jest to założenie będące uproszczeniem, stanowiącym przybliżenie rzeczywistości. Model wieloczynnikowy będzie tym wierniej opisywał stan faktyczny, im trafniej zostaną wybrane czynniki odpowiadające za korelacje zmian cen akcji. W celu uproszczenia oceny ryzyka, jak i procesu wyboru portfeli optymalnych wprowadza się założenie drugie, określające czynniki jako zmienne nieskorelowane. Nie wyklucza to użycia czynników nieortogonalnych, które zawsze można sprowadzić do czynników ortogonalnych.

Założenie trzecie, wynikające z konstrukcji modelu opisanego równaniem (35) pokazuje, że składnik zakłócający nie jest skorelowany z żadnym wskaźnikiem.

Wykorzystując przedstawione założenia odnośnie do modelu wielowskaźnikowego, ryzyko całkowite inwestycji w dowolny walor, w postaci wariancji stopy zwrotu oraz kowariancja między walorami i -tym i j -tym, wyrażają się następująco:

$$S_i^2 = \underbrace{\beta_{i1}^2 S_{f_1}^2 + \beta_{i2}^2 S_{f_2}^2 + \dots + \beta_{id}^2 S_{f_d}^2}_{\text{systematyczna część ryzyka całkowitego}} + \underbrace{S_{\varepsilon_i}^2}_{\text{specyficzna część ryzyka całkowitego}}, \quad (36)$$

$$S_{ij} = \beta_{i1}\beta_{j1}S_{f_1}^2 + \beta_{i2}\beta_{j2}S_{f_2}^2 + \dots + \beta_{id}\beta_{jd}S_{f_d}^2, \quad (37)$$

gdzie:

S_l^2 ($l = 1, \dots, d$) – wariancja l -tego czynnika,

$S_{\varepsilon_i}^2$ – wariancja resztowa z modelu wielowskaźnikowego.

Podobnie jak w modelu jednoindeksowym, systematycznymi elementami ryzyka są iloczyny kwadratów współczynników wrażliwości danego waloru na l -ty czynnik oraz wariancji poszczególnych czynników. Ryzyko specyficzne danego waloru reprezentowane jest przez wariancję resztową.

Podobnie do miar ryzyka odnoszących się do jego skutków w ujęciu dolnym, można scharakteryzować miary wrażliwości, czyli te, które uwzględniają źródła ryzyka, zwłaszcza ryzyka rynkowego¹⁰². Kwantyfikacje relacji ryzyko–dochód w kontekście semimiar oparte są na dolnych momentach cząstkowych opisanych w podrozdziale 2.3.2 tej pracy. Rozpatrując ryzyko inwestycji jako możliwość poniesienia straty, właściwą miarą wrażliwości danego waloru na ryzyko rynku (portfela rynkowego) jest dolny współczynnik beta, który dla założonej stopy zwrotu inwestora γ wyznaczamy zgodnie z formułą:

$$\beta_i^{lpm(\gamma)} = \frac{CLPM_i^2}{dS_M^2(\gamma)}, \quad (38)$$

gdzie:

$CLPM_i^2$ – asymetryczny mieszany dolny moment cząstkowy drugiego stopnia i -tego waloru,

$dS_M^2(\gamma)$ – semiwariancja czynnika ryzyka systematycznego (portfela rynkowego).

Asymetryczny mieszany dolny moment cząstkowy drugiego stopnia wyznaczamy następująco:

$$CLPM_i^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \gamma) lpm_{Mt} \quad (39)$$

gdzie:

$$lpm_{Mt} = \begin{cases} 0 & \text{dla } R_{Mt} \geq \gamma \\ R_{Mt} - \gamma & \text{dla } R_{Mt} < \gamma \end{cases},$$

natomiast semiwariancję portfela rynkowego wyraża formuła:

$$dS_M^2(\gamma) = \frac{\sum_{t=1}^T lpm_{Mt}^2}{T-1}. \quad (40)$$

¹⁰² A. Rutkowska-Ziarko, L. Markowski, C. Pyke, *Accounting Beta in the Extended Version of CAPM*, [w:] K. Jajuga, H. Locarek-Junge, L. Orłowski, K. Staehr (eds), *Contemporary Trends and Challenges in Finance*, Springer Proceedings in Business and Economics, Springer, Cham 2019, s. 147–156.

Istotnym pojęciem dla dolnego współczynnika beta jest tzw. progowa założona stopa zwrotu γ (*threshold*). Osiągnięcie stopy zwrotu poniżej stopy progowej rozumiane jest jako realizacja ryzyka dolnego. W teorii wyróżniono wiele odmian dolnych współczynników beta, różnicując je względem formuły i punktu odniesienia. W przypadku gdy założoną stopą zwrotu jest stopa zwrotu wolna od ryzyka¹⁰³ dolny współczynnik beta, w kategoriach wartości oczekiwanych, wyrażony jest następująco:

$$\beta_i^{BL} = \beta_i^{HW} = \frac{E\{(R_{it} - R_f) \cdot \min[(R_{Mt} - R_f), 0]\}}{E\{\min[(R_{Mt} - R_f), 0]^2\}}. \quad (41)$$

W innym podejściu uczestnicy rynku traktują ryzyko dolne jako odchylenie od średniej stopy zwrotu portfela rynkowego w odróżnieniu od stopy wolnej od ryzyka. Takie podejście zaproponował Harlow i Rao¹⁰⁴, formułując dolny współczynnik beta następująco:

$$\beta_i^{HR} = \frac{E[(R_{it} - \bar{R}_i) \min(R_{Mt} - \bar{R}_M; 0)]}{E[\min(R_{Mt} - \bar{R}_M; 0)]^2}, \quad (42)$$

gdzie:

$\bar{R}_i$ $\bar{R}_M$ są odpowiednio średnimi stopami zwrotu i -tego waloru i portfela rynkowego.

Dokonując niewielkiej korekty w relacji (42) otrzymujemy dolny współczynnik beta zaproponowany przez Javierę Estradę¹⁰⁵, a mianowicie:

$$\beta_i^E = \frac{E[\min(R_{it} - \bar{R}_i; 0) \min(R_{Mt} - \bar{R}_M; 0)]}{E[\min(R_{Mt} - \bar{R}_M; 0)]^2} \quad (43)$$

Badania empiryczne w niniejszym opracowaniu oparto na dolnych współczynnikach beta zgodnie z formułami (41) i (42). W zależności od procesu generującego dane można podać szereg zależności między powyższymi dolnymi współczynnikami beta. Analizę tego zagadnienia opracowano m.in. w pracy Markowskiego¹⁰⁶.

¹⁰³ W. Hogan, J. Warren, *Toward the development of an equilibrium capital-market model based on semivariance*, Journal of Financial Quantitative Analysis 9, 1974, s. 1–11; V.S. Bawa, E.B. Lindenberg, *Capital Market Equilibrium...*, op. cit., s. 189–200.

¹⁰⁴ W.V. Harlow, R.K.S. Rao *Asset pricing in a generalized mean-lower partial moment framework: theory and evidence*, Journal of Financial and Quantitative Analysis 24(3), 1989, s. 285–311.

¹⁰⁵ J. Estrada, *Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM*, Emerging Markets Review 4, 2002, s. 365–379.

¹⁰⁶ L. Markowski, *The Relationships Between Beta Coefficients in the Classical and Downside Framework: Evidence from Warsaw Stock Exchange*, [w:] K. Jajuga, H. Locarek-Junge, L.T. Orłowski (eds), *Contemporary Trends and Challenges in Finance: Proceedings from the 4th Wrocław International Conference in Finance*, Springer, Cham 2018, s. 45–53.

2.3. Równowaga rynku kapitałowego

2.3.1. Konsekwencje istnienia waloru wolnego od ryzyka

W poprzednich częściach tej pracy stwierdzono, że w warunkach niepewności, inwestor podejmujący decyzje co do zaangażowania własnych funduszy kieruje się awersją do ryzyka. Innym, a zarazem kolejnym kryterium wyboru jest rodzaj dostępnych inwestorowi form alokacji swojego bogactwa, różniących się pod względem oczekiwanego poziomu dochodu jak i rozmiarów ryzyka. Dotychczasowe rozważania ograniczały się tylko do inwestycji wyłącznie w ryzykowne papiery wartościowe. Jednakże na rynku znajdują się również walory bezpieczne czyli w teoretycznym pojęciu pozbawione ryzyka. Należą do nich np. bony skarbowe czy rządowe obligacje, których stopa zwrotu na koniec okresu jest pewna.

Mając na uwadze jedno z podstawowych założeń odnośnie do rynku kapitałowego w stanie równowagi, a mianowicie jednorodność tego rynku, należy przyjąć, że koszt wypożyczania (*lending rate*) oraz koszt pożyczania (*borrowing rate*) jednostki kapitału są sobie równe. W sytuacji istnienia waloru pozbawionego ryzyka i równości jego ceny sprzedaży i zakupu, każdy portfel trzymany przez indywidualnego inwestora może być wyrażony jako kombinacja liniowa portfela składającego się z walorów pewnych i walorów ryzykownych.

Traktując koszt pożyczania jako ujemną wartość kosztu wypożyczania, każdy taki portfel może być scharakteryzowany w trojaki sposób:

- całkowitej sumy zainwestowanej w ryzykowne walory;
- udziału w tej sumie poszczególnych ryzykownych walorów;
- wartości netto zainwestowanej w papiery bez ryzyka (ujemna wartość oznacza, że inwestor pożyczał fundusze po stopie wolnej od ryzyka).

Skoro całkowita wartość netto (inwestycje w walory ryzykowne oraz pożyczki) jest daną ustaloną wartością, problem konstrukcji portfela sprowadza się do znalezienia wspólnej, optymalnej wartości poniższych relacji:

1. Całkowitej sumy zainwestowanej w walory ryzykowne do całkowitej wartości netto.
2. Funduszu inwestowanego w pojedynczy walor do całkowitego funduszu zainwestowanego we wszystkie ryzykowne walory w tym portfelu.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że konstrukcja portfeli zbudowanych z walorów ryzykownych i wolnych od ryzyka opiera się na własności zwanej rozdzielnnością (*separation theorem*)¹⁰⁷. Zgodnie z tą teorią twierdzi się, że wielkości optymalnych udziałów w poszczególne walory w portfelu (rela-

¹⁰⁷ J. Tobin, *Liquidity Preference as Behavior Towards Risk*, Review of Economic Studies 1958, s. 65–86.

cja 2) są niezależne od funduszu zainwestowanego we wszystkie walory ryzykowne w danym portfelu (relacja 1). Innymi słowy sformułować można twierdzenie o niezależności tzw. portfela rynkowego od nastawienia inwestorów względem ryzyka¹⁰⁸. W celu wykazania zasadności tej teorii, wstępnie niezbędne staje się znalezienie relacji między oczekiwanym zyskiem z inwestycji w portfel P , składający się z walorów ryzykownych i pewnych, a ryzykiem tak zbudowanego portfela.

Przyjmując następujące oznaczenia:

μ_e, x_e – oczekiwana stopa zwrotu ryzykownego portfela efektywnego oraz jego waga w portfelu P ,

μ_p – oczekiwana stopa zwrotu portfela P ,

R_f – stopa zwrotu wolna od ryzyka,

S_e^2, S_p^2 – wariancja stopy zwrotu odpowiednio, efektywnego portfela walorów ryzykownych i portfela P ,

oczekiwaną rentowność oraz ryzyko wyrażone wariancją portfela P , można zapisać w postaci następujących równości:

$$\mu_p = \mu_e x_e + (1 - x_e)R_f = R_f + x_e(\mu_e - R_f) \text{ i } 0 \leq x_e < \infty \quad (44)$$

oraz

$$S_p^2 = x_e^2 S_e^2. \quad (45)$$

Z powyższego wynika, że relacja między oczekiwanym zyskiem, a ryzykiem portfela P jest postaci¹⁰⁹:

$$\mu_p = R_f + \Theta S_p, \quad (46)$$

gdzie:

$$\Theta = \frac{\mu_e - R_f}{S_e}. \quad (47)$$

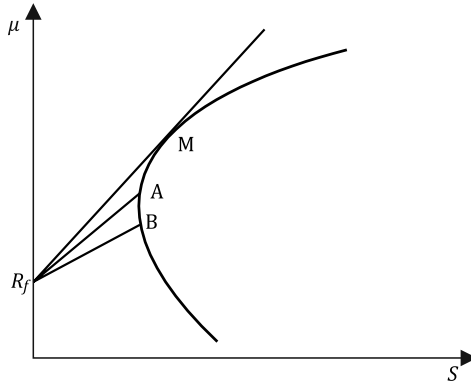
Powyższe równanie oznacza, że oczekiwana stopa zwrotu z portfela P jest zależna liniowo od ryzyka tego portfela wyrażonego odchyleniem standardowym. Zależność ta, zwana zbiorem możliwości inwestycyjnych (*opportunity market line*) oznacza ponadto, że wraz ze zwiększeniem oczekiwanej stopy zwrotu portfela wzrasta proporcjonalnie ryzyko związane z tą inwestycją. Na rysunku 2.4 zaprezentowane są odcinki $R_f B$, $R_f A$, $R_f M$ jako zbiory możliwości inwestycyjnych.

Racjonalnie postępujący inwestor, w celu osiągnięcia pożądanej stopy zwrotu, będzie dla zadanego jej poziomu minimalizował wariancję. Portfel P zatem składać się będzie z takiego, efektywnego pakietu ryzykownych walorów, dla którego maksymalizowany będzie współczynnik kierunkowy linii możliwości rynkowych Θ zapisany równaniem (47)¹¹⁰. Optymalnym portfe-

¹⁰⁸ W. Jurek, *Konstrukcja i analiza...*, op. cit., s. 136.

¹⁰⁹ W.F. Sharpe, *Mutual Fund Performance*, The Journal of Business 1966, s. 119–138.

¹¹⁰ J.C.T. Mao, C.E. Särndal, *A Decision Theory Approach to Portfolio Selection*, Management Science 12(8), 1966, Series B, s. 323–333.



Rysunek 2.4. Linie możliwości inwestycyjnych dla portfeli zawierających walor wolny od ryzyka
Źródło: opracowanie własne na podstawie P. Newmann, M. Miltgate, J. Eatwell, *The New Palgrave Dictionary of Money & Finance*, MacMillan, New York 1992.

lem spełniającym powyższe kryteria będzie portfel oznaczony w punkcie M na rysunku 2.4. Wyznaczenie tego portfela jest całkowicie niezależne od wymaganej stopy zwrotu μ_p oraz jego udziału x_e w portfelu P . Stwierdzenie to jest głównym wnioskiem leżącym u podstaw teorii rozdzielnosci.

Istotę teorii rozdzielnosci oraz prawidłowości z niej wynikające, można precyzyjnie dowieść posługując się funkcją użyteczności bogactwa inwestora, którego wyznacznikiem będzie wielkość oczekiwanej stopy zwrotu. Uzasadnione działanie inwestora co do konstrukcji portfela, będącego połączeniem papieru wolnego od ryzyka i optymalnego portfela ryzykownego, będzie wyrazem maksymalizacji jego oczekiwanej funkcji użyteczności U zapisanej w postaci¹¹¹:

$$E[U(\mu_P, S_P^2)] = \bar{U}(\mu_P, S_P^2). \quad (48)$$

zakładając ponadto dodatnią krańcową użyteczność oczekiwanej stopy zwrotu i ujemną krańcową użyteczność wariancji tej stopy:

$$\bar{U}_{\mu_P} = \frac{d\bar{U}}{d\mu_P} > 0; \quad \bar{U}_{S_P^2} = \frac{d\bar{U}}{dS_P^2} < 0 \quad (49a)$$

oraz

$$\left. \frac{d\mu_P}{dS_P^2} \right|_{\bar{U}} = -\frac{\bar{U}_{S_P^2}}{\bar{U}_{\mu_P}} > 0; \quad \left. \frac{d^2\mu_P}{d(S_P^2)^2} \right|_{\bar{U}} > 0. \quad (49b)$$

Zgodnie z teorią portfelową wszystkie efektywne, ryzykowne portfele leżą na granicy efektywnej będącej górnym ramieniem paraboli, dla których wzrost stopy zwrotu związany jest ze wzrostem ryzyka wyrażonego odchyleniem standardowym. Tak więc oczekiwaną stopę zwrotu optymalnego

¹¹¹ J. Lintner, *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets*, Review of Economics and Statistics 47, 1965, s. 13–37.

portfela μ_e możemy wyrazić jako funkcję odchylenia standardowego stopy zwrotu tego portfela S_e . Postać tej funkcji oraz jej własności są następujące:

$$\mu_e = f(S_e); \quad f'(S_e) > 0; \quad f''(S_e) < 0. \quad (50)$$

W związku z powyższym, oczekiwana stopa zwrotu oraz odchylenie standardowe portfela leżącego na linii możliwości inwestycyjnych, będą postaci:

$$\mu_P = R_f + x_e(f(S_e) - R_f), \quad (51)$$

oraz

$$S_P = x_e S_e. \quad (52)$$

Pierwszy warunek maksymalizacji funkcji użyteczności opisanej równaniem (48) przy ograniczeniach (51) i (52), jest następujący:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{U}}{dx_e} = \bar{U}_{\mu_P}(\mu_e - R_f) + \bar{U}_{S_P^2} S_e \geq 0 \\ \frac{d\bar{U}}{dS_e} = \bar{U}_{\mu_P} x_e f'(S_e) + \bar{U}_{S_P^2} x_e \geq 0 \end{cases} \quad (53)$$

Zgodnie z (53), współczynnik kierunkowy linii możliwości inwestycyjnych Θ będzie równy:

$$\Theta = -\frac{\bar{U}_{S_P^2}}{\bar{U}_{\mu_P}} = f'(S_e). \quad (54)$$

Drugi warunek, przy którym funkcja użyteczności osiąga maksimum, jest równoznaczny wprost z maksymalizacją parametru Θ , co zapiszemy:

$$\frac{d\Theta}{dS_e} = \frac{\sigma_e[f'(S_e)] - [\mu_e - R_f]}{S_e^2} = \frac{f'(S_e) - \Theta}{S_e}, \quad (55a)$$

$$\frac{d^2\Theta}{dS_e^2} = \frac{\sigma_e f''(S_e) + [f'(S_e) - \Theta] - [f'(S_e) - \Theta]}{S_e^2} = \frac{f''(S_e)}{S_e} < 0, \quad (55b)$$

dla wszystkich $S_e > 0$.

Z przeprowadzonego dowodu wynika, że warunkiem koniecznym maksymalizacji funkcji użyteczności (48) jest maksymalizacja współczynnika Θ , który zgodnie z teorią rozdzielności jest niezależny od udziału x_e walorów ryzykownych w portfelu P . Drugi konieczny warunek maksymalizacji $\bar{U}$ oznacza, że udział walorów ryzykownych w portfelu P wynika z położenia najwyższej zakreślonej krzywej obojętności stycznej do linii możliwości inwestycyjnych, której nachylenie jest równe nachyleniu tejże krzywej obojętności i wynosi $-\bar{U}_{S_P^2}/\bar{U}_{\mu_P}$. Powyższe dwa konieczne warunki maksymalizacji $\bar{U}$ są także wystarczające, co jest konsekwencją wklęsłości funkcji użyteczności oraz dodatniej określoności macierzy wariancji – kowariancji.

Dotychczasowe rozważania pozwalają jasno sprecyzować własności teorii rozdzielności, ukazując tym samym zakres decyzji inwestycyjnych, które inwestor jest w stanie podjąć.

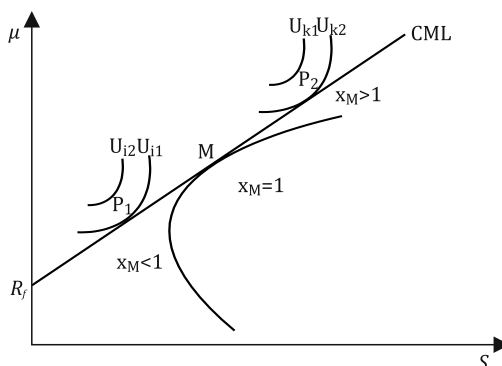
1. Akceptując założenia odnośnie do możliwości pożyczania i wypożyczenia kapitału po równej stopie wolnej od ryzyka, każdy inwestor dążąc do maksymalizacji własnej funkcji oczekiwanej użyteczności, będzie podejmował identyczne decyzje co do kompozycji optymalnego portfela ryzykownych walorów. Założenie to jest słuszne bez względu na postać danej funkcji użyteczności.

2. W zbiorze efektywnych inwestycji tzw. pocisku Markowitza będzie znajdował się tylko jeden punkt odpowiadający decyzjom inwestorów odnośnie do inwestycji w ryzykowny portfel.

3. Parametry poszczególnych funkcji użyteczności inwestorów determinować będą tylko wielkość udziału portfela ryzykownego w portfelu P .

4. Bogactwo inwestora również oddaje rozmiary bezwzględnej wielkości inwestycji w walory ryzykowne, nie jest natomiast związane z rozkładem inwestycji w poszczególne walory w portfelu.

Przedstawione powyżej własności teorii rozdzielnosci posiadają swoje ujęcie geometryczne, które prezentuje rysunek 2.5.



Rysunek 2.5. Linia rynku kapitałowego jako nowy, efektywny zbiór portfeli w przypadku inwestowania w walory wolne od ryzyka

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Lintner, *The Valuation of Risk Assets...*, op. cit., s. 19.

Maksymalizacja współczynnika kierunkowego linii możliwości inwestycyjnych pozwala znaleźć optymalny portfel M , który w kombinacji z walem wolnym od ryzyka wyznacza efektywną linię możliwości inwestycyjnych, która nosi szczególną nazwę linii rynku kapitałowego (*Capital Market Line* – *CML*). Równanie linii rynku będącej nową granicą efektywną jest postaci:

$$\mu_p = R_f + \frac{\mu_M - R_f}{S_M} S_p, \quad (56)$$

gdzie:

μ_p – oczekiwana stopa zwrotu portfela P ,
 R_f – stopa zwrotu wolna od ryzyka,

μ_M – oczekiwana stopa zwrotu portfela rynkowego,
 S_M – ryzyko portfela rynkowego,
 S_p – ryzyko portfela P akceptowane przez inwestora.

Występujący w równaniu (1.46) portfel walorów ryzykownych M rozumiany jest jako portfel rynkowy (*Market Portfolio*). Portfel ten może być otrzymany bezpośrednio bez konieczności wyznaczania pozostałej części zbioru efektywnego w „pocisku Markowitza”. Jan Mossin¹¹² dowiódł, że udział bogactwa inwestowanego w dowolny z walorów przez wszystkich inwestorów jest równy stosunkowi rynkowej wartości firmy, która emituje dany papier do całkowitej wartości rynkowej firm występujących na rynku:

$$x_i = \frac{F_i}{F}, \quad (57)$$

gdzie:

x_i – udział waloru i -tego w portfelu każdego inwestora,
 F_i – fundusz zainwestowany w i -ty walor przez wszystkich inwestorów,
 F – całkowity fundusz zainwestowany przez wszystkich inwestorów.

W rzeczywistości inwestorzy lokują swe fundusze w portfele dobrze zdywersyfikowane, które jednak różnią się w większym bądź mniejszym stopniu od doskonale zdywersyfikowanego portfela rynkowego.

Teoretycznie, jeżeli rynek jest w równowadze, zgodnie z równaniem rynku kapitałowego (56), oczekiwana rentowność portfela doskonale zdywersyfikowanego jest równa stopie zwrotu aktywu bez ryzyka, do której dodajemy premię za ryzyko. Premia ta jest iloczynem dwóch elementów. Pierwszym jest rynkowa, stała dla danego rynku cena ryzyka $(\mu_M - R_f) / S_M$, drugim zaś wielkość ryzyka S_p , które inwestor był skłonny zaakceptować w swoim portfelu.

Położenie optymalnych portfeli na linii CML, złożonych w różnych proporcjach z portfela rynkowego i waloru pewnego, jest odpowiednie do stopnia niechęci do podejmowania ryzyka. Na rysunku 2.5 inwestor będzie posiadał dodatnie ilości papierów pewnych w swoim portfelu P_1 , w przeciwieństwie do inwestora mniej niechętnego ryzyku, którego charakteryzuje portfel P_2 . W portfelu P_1 udział papierów bez ryzyka jest z przedziału $(0;1)$. Następuje wówczas wypożyczanie funduszy innym inwestorom (*lending*). Przedłużenie granicy efektywnej poza punkt M daje szansę stworzenia takiego portfela, np.: P_2 , gdzie udział walorów ryzykownych przekracza 100%. Uzyskuje się to dzięki procedurze pożyczania (*borrowing*) funduszy po stopie wolnej od ryzyka i przeznaczenia tej pożyczki na dalsze inwestycje w portfel rynkowy M . Walory bez ryzyka są poddane działaniu krótkiej sprzedaży w celu zwiększenia oczekiwanej stopy zwrotu portfela przy jednoczesnym wzroście jego ryzyka. Tak więc portfel rynkowy jest identyczny dla każdego

¹¹² J. Mossin, *Equilibrium in a Capital Asset Market*, *Econometrica* 1966, s. 768–783.

inwestora i zgodnie z teorią rozdzielności jest on jedyną ryzykowną inwestycją. Portfele inwestorów na linii CML różnią się od siebie tylko wektorem alokacji.

2.3.2. Model równowagi rynku papierów wartościowych – CAPM

Model wyceny kapitału (*Capital Asset Pricing Model* – CAPM) jest teorią, która wyjaśnia kształtowanie się cen papierów wartościowych w odniesieniu do ich ryzyka w warunkach równowagi na rynku kapitałowym. W swej zasadniczej formie została opracowana niezależnie przez W. Sharpe'a¹¹³ oraz J. Lintnera¹¹⁴ i J. Mossina¹¹⁵. Jak zaznaczono w poprzednim podrozdziale, u podstaw tego modelu leży założenie, że wszyscy inwestorzy operujący na giełdzie, działając racjonalnie, dążą do osiągnięcia jak największego zysku przy założonym poziomie ryzyka.

W teorii tej czyni się szereg założeń odnoszących się zarówno do inwestora, jak i rynku, na którym on działa. W grupie tej znajdziemy przede wszystkim tradycyjne hipotezy rynku doskonałego. Do najważniejszych zaliczyć można:

1. Wszyscy inwestorzy mają taki sam horyzont czasowy swoich inwestycji i podejmują decyzje inwestycyjne na jeden okres naprzód.
2. Inwestorzy są niechętni do podejmowania ryzyka (*risk averse*) i maksymalizują wartość oczekiwaną jednookresowej funkcji użyteczności swojego bogactwa. Podstawą podejmowania decyzji inwestycyjnych jest teoria podejmowania decyzji w warunkach niepewności.
3. Inwestorzy nie mają wpływu na ceny walorów. Kursy akcji nie są wynikiem działań pojedynczych inwestorów, lecz są rezultatem decyzji ogółu inwestorów. Wszyscy posiadają natomiast jednakowe wyobrażenia odnośnie do przyszłych rentowności, których rozkłady są normalne. Inwestorzy jednakowo wyobrażają sobie przyszłe stopy zwrotu inwestycji w poszczególne walory. Normalność stóp zwrotu zapewnia możliwość podejmowania decyzji odnoszących się do portfela inwestycyjnego wyłącznie w kategoriach dwóch parametrów, w sposób całkowity charakteryzujących jego rozkład: wartości oczekiwanej i wariancji oraz zastosowania standardowych metod doboru walorów do portfela¹¹⁶.

¹¹³ W.F. Sharpe, *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*, Journal of Finance 1964, s. 425–442.

¹¹⁴ J. Lintner, *The Valuation of Risk...*, op. cit., s. 13–37.

¹¹⁵ J. Mossin, *Equilibrium in a Capital...*, op. cit., s. 768–783.

¹¹⁶ H.W. Sinn, *Economic Decisions under Uncertainty*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1983.

Preferencje inwestora za pomocą wymienionych charakterystyk rozkładu są zgodne z teorią wyboru w warunkach niepewności, której podstawy sformułowali von Neumann i Morgenstern¹¹⁷. Funkcja użyteczności bogactwa inwestora, przyjęta w założeniu 2, jest wówczas kwadratową funkcją tego bogactwa.

Funkcja tej klasy jednakże budzi największe zastrzeżenia, gdyż zakłada ona po pierwsze, że ze wzrostem poziomu bogactwa inwestora rośnie zarówno absolutna i relatywna miara niechęci do podejmowania ryzyka. Po drugie, dużą jej wadą jest to, że przy znacznym poziomie bogactwa jego krańcowa użyteczność staje się ujemna, a samo bogactwo staje się dobrem nienormalnym. Pomimo że istnieją możliwości wyznaczenia takich funkcji kwadratowych, będących relacjami o korzystniejszych własnościach¹¹⁸, należy zaznaczyć, iż przyjmując założenie, że inwestorzy dokonują wyborów pomiędzy alternatywnymi inwestycjami na podstawie ich oczekiwanych stóp zwrotu i wariancji, znacznie bezpieczniej jest przyjąć, że możliwe jest to dzięki normalności rozkładów stóp zwrotu z portfeli.

4. Na rynku istnieje możliwość inwestowania w skończoną liczbę doskonałe podzielonych walorów, które stanowią przedmiot wymiany. Informacja o walorach na rynku i sytuacji na rynku jako całości jest bezpłatna. Każdy podmiot (inwestor) ma do niej jednakowy i natychmiastowy dostęp.

Konsekwencją tego jest homogeniczność oczekiwań w odniesieniu do danych źródłowych, dzięki czemu rynek kapitałowy jest postrzegany jednorodnie przez wszystkich jego uczestników. Założenie to jest ściśle związane z hipotezą rynku efektywnego mówiącą, że bieżące ceny są wynikiem całej dostępnej publicznie informacji, a inwestorzy mając równy dostęp do informacji i działając racjonalnie, wyceniają walory jednakowo¹¹⁹.

5. Rynek działa na zasadzie rynku doskonałego. Wszelkie transakcje rynkowe są nieopodatkowane, brak jest regulacji administracyjnej rynku. Inwestorzy mają nieograniczoną możliwość kupowania i sprzedawania w ramach krótkiej sprzedaży.
6. Rynek walorów jest jednorodny. Istnieje na nim walor pozbawiony ryzyka (*riskless asset*), który inwestorzy mogą kupować lub sprzedawać w nieograniczonych ilościach po ustalonej cenie, tzw. czystej stopie procentowej (*risk – free rate*)¹²⁰.

¹¹⁷ J. von Neumann, O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, New York 1947.

¹¹⁸ J. Mossin, *Theory of Financial Markets*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New York, 1973.

¹¹⁹ A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa...*, op. cit., s. 275.

¹²⁰ W. Dębski, *Rynek finansowy...*, op. cit., s. 481.

Zgodnie z teorią równowagi na rynku kapitałowym, podstawowym źródłem ryzyka notowanych walorów jest ogólna koniunktura na rynku. Współczynnik beta stanowi zatem właściwą miarę ryzyka danego aktywu. Biorąc pod uwagę konkluzje wynikające z teorii rozdzielnosci, że inwestor lokuje część swoich aktywów w portfel efektywny oraz część w walor wolny od ryzyka, zależność między współczynnikami beta a oczekiwanymi stopami zwrotu będzie zależnością liniową o postaci¹²¹:

$$\mu_i - R_f = (\mu_{jP} - R_f)\beta_{i,jP} \quad (i = 1, \dots, k), \quad (58)$$

gdzie:

$$\beta_{i,jP} = \frac{S_{i,jP}}{S_{jP}^2} \quad (59)$$

jest współczynnikiem beta w regresji stopy zwrotu i -tego waloru względem stopy zwrotu portfela j -tego inwestora:

$$R_i = \alpha_{i,jP} + \beta_{i,jP}R_{jP} + \xi_{ij} \quad (i = 1, \dots, k), \quad (60)$$

gdzie:

R_i, R_{jP} – stopa zwrotu odpowiednio waloru i -tego i portfela j -tego inwestora,

$\alpha_{i,jP}$ – współczynnik alfa, będący składnikiem stopy zwrotu waloru i -tego niezależnym od stopy zwrotu R_{jP} ,

$\beta_{i,jP}$ – współczynnik beta określający procentową zmianę stopy zwrotu i -tego waloru spowodowaną zmianą portfela j -tego inwestora o jednostkę przy założeniu równowagi,

ξ_{ij} – składnik losowy równania.

Zależność (58) przedstawia tzw. linię rynku i -tego papieru wartościowego. Linia ta pokazuje, że warunkiem koniecznym i wystarczającym dla efektywności portfela j -tego inwestora jest, aby premia za ryzyko z dowolnego waloru, znormalizowana współczynnikiem beta, wyznaczała premię za ryzyko portfela j -tego inwestora.

Zgodnie z założeniami, model CAPM przyjmuje doskonałość rynku kapitałowego, co jest równoznaczne z brakiem przeszkód utrudniających przepływ kapitału i informacji. Inwestorzy mają ponadto jednakowe wyobrażenie zbioru możliwości inwestycyjnych w kategoriach wartości oczekiwanej i wariancji stopy zwrotu, jako parametrów wyboru swoich decyzji. Wówczas linia rynku dla i -tego waloru spełniona będzie dla wszystkich inwestorów, tj. dla wszystkich efektywnych portfeli ryzykownych.

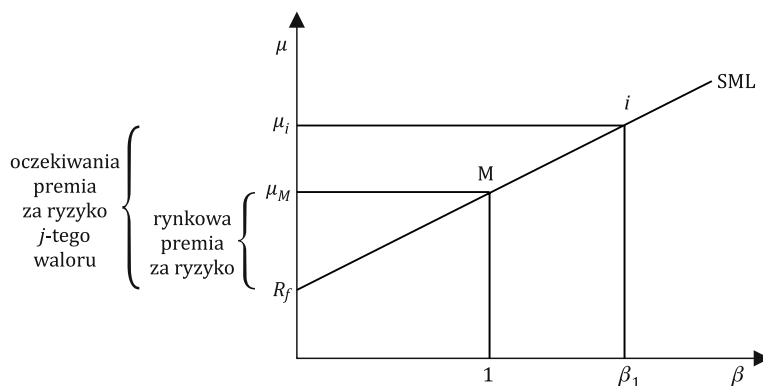
Liniowy związek dla pojedynczego inwestora możemy zagregować dla wszystkich inwestorów, stosując wagi równe udziałom wartości portfela

¹²¹ W literaturze można znaleźć wiele sposobów wyprowadzenia równań modelu CAPM. Jednym z nich jest podejście opisane w pracy Sharpe'a (1966). Wykorzystuje ono równość współczynników kierunkowych półprostej stycznej z granicą efektywną możliwości inwestycyjnych w punktach oznaczających portfel rynkowy i dowolną inwestycję portfelową,

j -tego inwestora w łącznej wartości aktywów w warunkach równowagi. Wówczas ostatecznie możemy zapisać równanie linii rynku papierów wartościowych (*Security Market Line* – SML) dla dowolnego waloru:

$$\mu_i - R_f = (\mu_M - R_f)\beta_i. \quad (61)$$

Równość ta pokazuje, że w równowadze oczekiwana premia za ryzyko dla i -tego waloru ($\mu_M - R_f$) jest wprost proporcjonalna do oczekiwanej premii za ryzyko portfela rynkowego ($\mu_M - R_f$), gdzie współczynnikiem proporcjonalności jest parametr beta. Interpretację geometryczną modelu wyceny kapitału przedstawia rysunek 2.6.



Rysunek 2.6. Linia rynku papierów wartościowych – SML

Źródło: opracowanie własne.

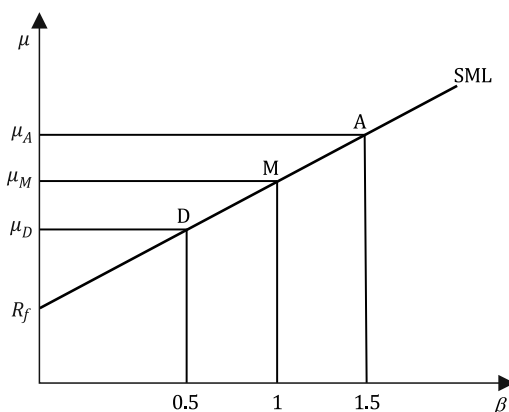
Każdy walor bądź portfel będzie charakteryzował się swoją indywidualną wartością współczynnika beta. Dla portfela rynkowego zachodzi:

$$\beta_M = \frac{S_{M,M}}{S_M^2} = 1 \quad (62)$$

co oznacza, że cechować się będzie wielkością ryzyka wyrażonego współczynnikiem beta równym jedności.

Walory posiadające wartość współczynnika beta większą od jedności, nazywane walorami agresywnymi będą miały, zgodnie z modelem wyceny kapitału, wyższą wymaganą stopę zwrotu od stopy zwrotu z rynku. Sytuację tę przedstawia punkt A na rysunku 2.7.

Jeżeli dany walor posiada współczynnik beta mniejszy od jedności, czyli jest walorem defensywnym, jego stopa zwrotu opisana modelem CAPM będzie mniejsza od stopy zwrotu rynku, tak jak w punkcie D na rysunku 2.7. W szczególności instrumenty wolne od ryzyka, których stopa zwrotu nie reaguje na zmiany rynku, będą posiadały współczynnik beta równy zero.

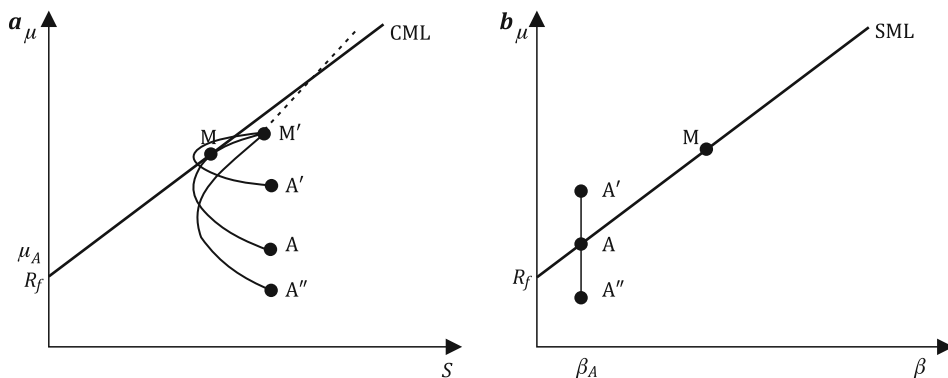


Rysunek 2.7. Walor agresywny i defensywny na linii SML

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie papiery wartościowe oraz ich kombinacje posiadają w przestrzeni $(\mu - S)$ ściśle określoną pozycję zgodną z warunkami równowagi rynkowej. Natomiast w układzie $(\mu - \beta)$ przy zachowaniu równowagi między siłami popytu i podaży, wszystkie punkty reprezentujące papiery wartościowe lub portfele należą do linii rynku papierów wartościowych SML. Zaznaczyć należy, że SML jest modelem i w rzeczywistości nigdy się nie zdarzy, aby wszystkie (lub znacząca większość) walory znajdowały się na tej linii. Z reguły równowagę postrzega się jako proces dynamiczny i większość walorów będzie leżeć pod lub nad tą prostą. Działanie rynkowych mechanizmów podaży i popytu, powodujących zmierzanie walorów do prostej równowagi, ilustruje rysunek 2.8.

Krzywa AM' na rysunku 2.8.a jest linią kombinacji akcji A z portfelem rynkowym M. Gdy cena rynkowa akcja A jest w równowadze, wówczas



Rysunek 2.8. Siły rynkowe zapewniające wycenę akcji zgodną z modelem CAPM

Źródło: opracowanie własne na podstawie R.A. Haugen, *Teoria Nowoczesnego...*, op. cit.

krzywa ta jest styczna do linii rynku kapitałowego w punkcie M, w którym udział akcji A jest równy udziałowi tego waloru w portfelu rynkowym.

Pozytywna informacja dotycząca akcji A, powodująca wzrost oczekiwanej ceny tego waloru na koniec okresu przy niezmienniej ocenie ryzyka, pozwoli otrzymać nową linię kombinacji akcji A z portfelem rynkowym, a mianowicie A'M'. Akcja ta posiada wyższą oczekiwaną stopę zwrotu niż wynikałoby to z wartości odpowiadającej jej współczynnika beta (punkt A' na rysunku 2.8.b). Walor A jest niedoszacowany (*underpriced*) przez model równowagi, co spowoduje wzrost popytu i w konsekwencji odbije się wzrostem jego ceny bieżącej. Oczekiwana stopa zwrotu akcji A obniży się zatem do poziomu równowagi określonego równaniem linii rynku papierów wartościowych SML.

Analogicznie prezentuje się sytuacja, gdy rynek cechuje się spadkiem oczekiwań co do ceny waloru A na koniec okresu. Zaznaczy się wówczas obniżenie rentowności tego waloru i jego przeszacowanie (*overpriced*) przez model CAPM (punkt A'' na rysunku 2.8.a i b). Papier taki uznawany jest przez inwestorów za mało atrakcyjny. Inwestorzy, którzy widzą przeszacowanie akcji, sprzedają ją krótko, powiększając spadki cen, co w długotrwałej perspektywie powoduje zwiększenie oczekiwanej stopy zwrotu i powrót akcji A do stanu pierwotnej równowagi. Każda nierównowaga zatem wywoła niezwłocznie odpowiednią zmianę ceny rynkowej waloru, w efekcie której powróci on do pozycji zgodnej z warunkami równowagi rynku.

Rozważania w powyższych podrozdziałach pokazały, że współczynnik beta jest jednocześnie parametrem wrażliwości stóp zwrotu i -tego waloru na zmiany stóp zwrotu portfela rynkowego i współczynnikiem proporcjonalności dodatkowej, oczekiwanej stopy zwrotu i -tego waloru względem oczekiwanej premii za ryzyko portfela rynkowego. Wynika z tego, że układ linii charakterystycznych modelu jednowskaźnikowego Sharpe'a implikowany będzie przez linię rynku papierów wartościowych – SML. Standardową postać modelu wyceny kapitału, określającą oczekiwaną stopę i -tego waloru, możemy zapisać następująco:

$$\mu_i = R_f(1 - \beta_i) + \beta_i\mu_M, \quad (i = 1, \dots, k). \quad (63)$$

Przy prawdziwości powyższej relacji, na parametry modelu jednoindeksowego, opisującego rzeczywistą stopę zwrotu i -tego waloru w postaci:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + \xi_i \quad (i = 1, \dots, k), \quad (64)$$

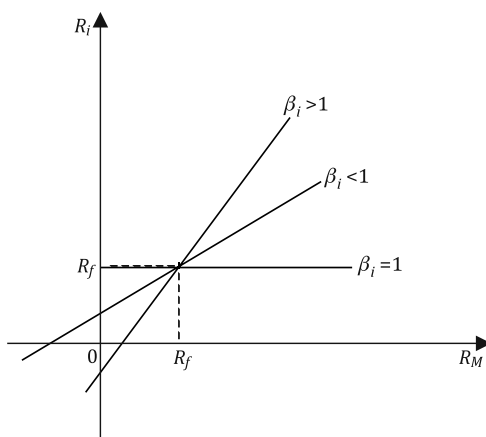
nałożone zostaną ograniczenia. Przyrównując równanie (63) do równania (64), wyrażonego w kategoriach wartości oczekiwanych, otrzymujemy:

$$R_f = \frac{\alpha_i}{1 - \beta_i}, \quad (i = 1, \dots, k). \quad (65)$$

W warunkach równowagi zatem, parametry modelu jednoindeksowego powiązane są nieliniową zależnością ze stopą wolną od ryzyka. Ponieważ w równowadze stopa zwrotu wolna od ryzyka jest nieujemna, prawdziwe muszą być układy nierówności:

- Jeżeli $\beta_i > 1$, wtedy $(1 - \beta_i) < 0$ i $\alpha_i < 0$, czyli poziom stopy zwrotu i -tego waloru niezależny od rynku jest ujemny.
- Jeżeli $\beta_i < 1$, wtedy $(1 - \beta_i) > 0$ i $\alpha_i > 0$, czyli poziom stopy zwrotu i -tego waloru niezależny od rynku jest dodatni.

Zgodnie z powyższym, linie charakterystyczne wszystkich walorów będą przecinać się w jednym punkcie o współrzędnych (R_f, R_f) , co prezentuje rysunek 2.9.



Rysunek 2.9 Położenie linii charakterystycznych walorów zgodnie z modelem CAPM

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku gdy walor pozbawiony ryzyka nie występuje na rynku, linie charakterystyczne przecinają się w punkcie o współrzędnych równych stopie zwrotu portfela o minimalnej wariancji i współczynniku beta równym zero, czyli R_z^{122} .

2.3.3. Równowaga rynkowa w podejściu średnia-dolny moment cząstkowy

Zdefiniowanie dolnych miar wrażliwości w postaci dolnych współczynników beta pozwala określić model równowagi rynkowej w kategoriach średnia-dolne momenty cząstkowe (mlpm). Optymalny wybór portfeli

¹²² F. Black, *Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing*, The Journal of Business 45(3), 1972, s. 444–455.

inwestycyjnych, podobnie jak w kategoriach średnia-wariancja, zgodny jest z teorią rozdzielnosci inwestycji między walor wolny od ryzyka a portfel rynkowy złożony z aktywów ryzykownych, maksymalizujący nachylenie linii rynku kapitałowego w stosunku do zbioru możliwości inwestycyjnych¹²³. Przyjmując ponadto homogeniczne oczekiwania co do przyszłych stóp zwrotu i ich rozkładów oraz szereg innych, podstawowych założeń odnośnie do inwestora i rynku, zasadne jest użycie analogicznej metodologii do standardowego modelu CAPM w celu znalezienia relacji wyceny aktywów w warunkach równowagi w podejściu mlpm. Równanie linii rynku papierów wartościowych (*Security Market Line* – SML) dla dowolnego waloru w kategoriach mlpm jest następującej postaci:

$$\mu_i - R_f = (\mu_M - R_f)\beta_i^{lpm(\gamma)}, \quad (66)$$

gdzie $\beta_i^{lpm(\gamma)}$ jest dolnym współczynnikiem beta zdefiniowanym relacją (38).

Definicja dolnego współczynnika beta określa, że dany walor przyczynia się do zmiany ryzyka rynku, gdy jego stopa zwrotu i stopa zwrotu rynku osiągają wartości poniżej założonego progu γ . Inwestorzy otrzymują dodatnią premię za ryzyko, gdy jest dodatnie oraz „otrzymują” ujemną premię za ryzyko, gdy $\beta_i^{lpm(\gamma)}$ jest mniejszy niż zero.

Równanie rynku kapitałowego (66) jest co do postaci tożsame ze standardowym równaniem modelu CAPM, z wyjątkiem systematycznej dolnej miary ryzyka. Ważny podkreślenia jest fakt, że równanie to jest prawomocne dla ogólnej klasy funkcji użyteczności z podstawowymi własnościami, takimi jak: inwestor przedkłada większe bogactwo nad mniejsze ($U'(w) > 0$), inwestor charakteryzuje się awersją do ryzyka ($U''(w) < 0$) i preferencją dodatniej skośności ($U'''(w) > 0$).

¹²³ V.S. Bawa, E.B. Lindenberg, *Capital Market Equilibrium...*, op. cit., s. 189–200.

3. Badania empiryczne wyceny inwestycji w akcje spółek notowanych na GPW w Warszawie ze szczególnym uwzględnieniem sektora surowców

3.1. Ocena stóp zwrotu i ryzyka spółek surowcowych na tle pozostałych sektorów

Przedmiotem analiz empirycznych były największe i średnie oraz jednocześnie najbardziej płynne spółki należące do indeksów giełdowych WIG20, WIG30 i WIG40, notowane nieprzerwanie od początku 2012 roku. Spółki te w najlepszym stopniu opisują proces stanowienia cen akcji na giełdzie. Wykaz badanych spółek zaprezentowano w tabeli 3.1. Próba wziętych do analizy spółek liczyła 52, w tym 16 spółek surowcowych, należących do rynku surowców energetycznych, przemysłowych, w tym chemicznych i surowców żywnościowych. Pozostałe spółki należące do innych wyszczególnionych sektorów w liczbie 36, stanowiły grupę tzw. spółek niesurowcowych. Rozszerzony opis wszystkich spółek przedstawiono w Aneksie. Bazę obliczeniową stanowiły szeregi czasowe miesięcznych, zwykłych stóp zwrotu w okresie od stycznia 2012 do grudnia 2018. Jako aproksymantę portfela rynkowego użyto najszerszego indeksu giełdowego WIG, a stopę wolną od ryzyka przybliżała jednomiesięczna stopa procentowa WIBOR.

Wycena inwestycji giełdowych w kontekście modeli równowagi rynku kapitałowego jest ściśle związana z oceną osiąganych przez te inwestycje rentowności i towarzyszące im ryzyko, zwłaszcza w postaci ryzyka całkowitego i systematycznego. Jak zaznaczono w rozdziale 2, jednym z głównych założeń co do podejmowania decyzji przez inwestora jest kwadratowa funkcja użyteczności, która oznacza kierowanie się w wyborze jedynie na podstawie średniej i wariancji stopy zwrotu. Założenie to będzie implikować postrzeganie rozkładów stóp zwrotu zgodne z rozkładem normalnym lub zbliżonym do normalnego. W celu sprawdzenia tej tezy dokonano analizy rozkładów szeregów czasowych, miesięcznych stóp zwrotu notowanych walorów, ze szczególnym uwzględnieniem asymetrii rozkładów, jak i całej postaci rozkładu. Do zbadania zgodności rozkładów empirycznych notowanych spółek z rozkładem normalnym posłużono się testem Jarque'a-Bera. Na podstawie testu D'Agostino-Pearsona natomiast, opartego na funkcji momentów centralnych, zweryfikowano istotne odchylenia współczynnika

Tabela 3.1. Wykaz badanych spółek w podziale na sektor i klasyfikację branżową PKD

Spółka	Sektor	PKD
Rynek surowców energetycznych		
Bogdanka Lubelski Węgiel SA (LWB)	Górnictwo węgla	Wydobywanie węgla kamiennego
Jastrzębska Spółka Węglowa SA (JSW)	Górnictwo węgla	Wydobywanie węgla kamiennego
ENEA SA (ENA)	Energetyka	Wytwarzanie i dystrybucja energii elektrycznej
Polska Grupa Energetyczna SA (PGE)	Energetyka	Wytwarzanie, przesyłanie, dystrybucja i handel energią elektryczną
Tauron Polska Energia SA (TPE)	Energetyka	Handel energią elektryczną
Grupa LOTOS SA (LTS)	Wydobycie i produkcja	Wytwarzanie produktów rafinacji ropy naftowej
PGNIG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN)	Wydobycie i produkcja	Wytwarzanie paliw gazowych; dystrybucja paliw gazowych w systemie sieciowym
Polski Koncern Naftowy ORLEN SA (PKN)	Wydobycie i produkcja	Wytwarzanie produktów rafinacji ropy naftowej
Rynek surowców przemysłowych		
KGHM Polska Miedź SA (KGH)	Górnictwo metali	Górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych
Stalprodukt SA (STP)	Hutnictwo żelaza i stali	Produkcja metali walcowanie na zimno
BORYSZEWSA (BRS)	Hutnictwo metali nieżelaznych	Produkcja wyrobów chemicznych i wyrobów z tworzyw sztucznych
Grupa Kęty SA (KTY)	Hutnictwo metali nieżelaznych	Przetwarzanie aluminium i jego stopów
Grupa Azoty SA (ATT)	Chemia podstawowa	Produkcja podstawowych chemikaliów, nawozów i związków azotowych, tworzyw sztucznych i kauczuku syntetycznego w formach podstawowych
Ciech SA (CIE)	Chemia podstawowa	Pozostały handel hurtowy
Rynek surowców różnych (płody rolne, żywność)		
Wawel SA (WWL)	Żywność	Produkcja kakao, czekolady i innych wyrobów cukierniczych
Kernel Holding SA (KER)	Żywność	Produkcja olejów i tłuszczów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego

Spółki sektorów pozostałych		
CCC SA (CCC)	Odzież i obuwie	Handel hurtowy i detaliczny odzieżą i obuwiem
LPP SA (LPP)	Odzież i obuwie	Sprzedaż hurtowa odzieży i obuwia
VISTULA VRG SA (VRG)	Odzież i obuwie	Sprzedaż detaliczna odzieży prowadzona w wyspecjalizowanych sklepach
Orbis SA (ORB)	Hotele i restauracje	Hotele i motele z restauracjami
AmRest Holdings SE (EAT)	Hotele i restauracje	Pozostała działalność komercyjna
ECHO Investment SA (ECH)	Wynajem nieruchomości	Realizacja projektów budowlanych związanych ze wznoszeniem budynków
GTC Globe Trade Center SA (GTC)	Wynajem nieruchomości	Wynajem nieruchomości własnych i dzierżawionych
LCCORP DEVELIA SA (DVL)	Sprzedaż nieruchomości	Działalność holdingów
Citi Handlowy Bank Handlowy w Warszawie SA (BHW)	Banki komercyjne	Działalność bankowa
PEKAO Bank Polska Kasa Opieki SA (PEO)	Banki komercyjne	Działalność bankowa
PKOBP Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski SA (PKO)	Banki komercyjne	Działalność bankowa
Santander Bank Polska SA (SPL)	Banki komercyjne	Działalność bankowa
Bank Millennium SA (MIL)	Banki komercyjne	Działalność bankowa
Getin Holding SA (GTN)	Banki komercyjne	Pośrednictwo finansowe
ING Bank Śląski SA (ING)	Banki komercyjne	Pozostałe pośrednictwo pieniężne
mBank SA (MBK)	Banki komercyjne	Pozostałe pośrednictwo pieniężne
Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie SA (GPW)	Giełdy i biura maklerskie	Zarządzanie rynkami finansowymi
KRUK SA (KRU)	Wierzytelności	Działalność świadczona przez agencje inkasa i biura kredytowe
PZU Powszechny Zakład Ubezpieczeń SA (PZU)	Firmy ubezpieczeniowe	Działalność ubezpieczeniowa i bezpośrednio z nią związana
Orange Polska SA (OPL)	Telekomunikacja	Telekomunikacja
Cyfrowy Polsat SA (CPS)	Telekomunikacja	Działalność w zakresie telekomunikacji satelitarnej
11bit Studios SA (11B)	Gry	Działalność związana z oprogramowaniem

CD Project SA (CDR)	Gry	Działalność wydawnicza w zakresie gier komputerowych
CI Games SA (CIG)	Gry	Produkcja gier elektronicznych, w tym komputerowych
Comarch SA (CMR)	Gry, Systemy informatyczne	Działalność związana z oprogramowaniem
Asseco Poland SA (ACP)	Systemy informatyczne	Doradztwo w zakresie oprogramowania i dostarczanie oprogramowania
Polimex Mostostal SA (PXM)	Budownictwo przemysłowe	Roboty budowlane związane ze wnoszeniem budynków mieszkalnych i niemieszkalnych
Budimex SA (BDX)	Budownictwo ogólne	Budownictwo ogólne i inżynieria lądowa
Trakcja PRKiL SA (TRK)	Inżynieria lądowa i wodna	Wykonywanie robót ogólnobudowlanych w zakresie przesyłowych obiektów liniowych: rurociągów, linii elektroenergetycznych, elektrotrakcyjnych i telekomunikacyjnych
Inter Cars SA (CAR)	Części samochodowe	Produkcja części i akcesoriów do pojazdów samochodowych i ich silników
Famur SA (FMF)	Urządzenia mechaniczne	Produkcja maszyn dla górnictwa i do wydobywania oraz budownictwa
Amica Wronki SA (AMC)	Sprzęt elektryczny i elektroniczny	Produkcja elektrycznego sprzętu gospodarstwa domowego
Eurocash SA (EUR)	Artykuły codziennego użytku	Sprzedaż hurtowa niewyspecjalizowana
Fabryka Mebli Forte SA (FTE)	Mebel i dywany	Produkcja mebli
Mabion SA (MAB)	Produkcja leków	Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych
Benefit Systems SA (BFT)	Rekreacja i wypoczynek, pozostałe	Działalność komercyjna, gdzie indziej niesklasyfikowana

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.gpw.com.pl.

asymetrii od zera¹²⁴. Wyniki obu testów zaprezentowano w tabeli 3.2, w której wartości pogrubione oznaczają istotnie różną od zera asymetrię rozkładu oraz statystycznie istotne różnice całego rozkładu od krzywej normalnej.

Tabela 3.2. Analiza rozkładów miesięcznych stóp zwrotu spółek sektora surowców i sektorów pozostałych

Nazwa spółki	Całkowity okres próby 2012-2018		Pierwszy podokres I 2012-VI 2015		Drugi podokres: VII 2015-XII 2018	
	A	test J-B	A	test J-B	A	test J-B
	Spółki surowcowe					
1	2	3	4	5	6	7
LWB	0,602	64,727	-1,214	62,386	1,025	20,637
BRS	0,737	41,443	0,325	1,171	1,120	84,381
CIE	0,187	0,513	0,065	1,678	0,363	1,067
ENA	0,875	22,073	0,060	0,097	1,198	17,032
ATT	0,329	4,722	0,383	3,872	0,302	2,537
JSW	0,989	18,258	0,397	1,455	0,744	3,881
KER	0,403	2,622	0,056	0,093	0,980	7,755
KTY	0,585	4,921	0,606	2,944	0,542	4,190
KGH	0,511	5,436	0,553	3,154	0,491	2,109
LTS	0,359	1,903	0,072	0,290	0,713	4,309
PGE	-0,045	2,050	-0,158	0,234	0,088	2,694
PGN	0,186	0,585	0,452	1,876	-0,282	2,564
PKN	0,098	1,728	-0,160	1,072	0,304	1,292
STP	0,316	1,412	0,563	2,400	-0,312	0,682
TPE	0,733	14,759	0,106	0,148	1,015	11,343
WWL	0,495	6,052	0,498	3,730	0,551	4,281
Spółki niesurowcowe						
11B	7,629	15480,730	5,858	2550,677	2,062	91,172
AMC	0,395	2,213	0,190	0,669	0,136	0,143
EAT	0,002	0,224	-0,221	0,373	0,299	0,882
ACP	0,155	0,480	0,166	0,418	0,081	2,312
BFT	0,418	3,501	0,386	1,285	0,486	2,927
BDX	-0,048	0,073	0,062	0,038	-0,255	0,471
CCC	-0,081	1,614	0,400	1,739	-0,031	0,328
CDR	0,180	0,690	-0,459	1,480	0,434	1,338
CIG	-0,688	21,349	-0,399	3,517	-1,056	31,457

¹²⁴ C.K. Domański, A. Jędrzejczak, *Testy zgodności oparte na momentach*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska L, 4, 2016, Sectio H, s. 89-99. DOI: 10.17951/h.2016.50.4.89

cd. Tabeli 3.2.

1	2	3	4	5	6	7
CMR	0,242	1,019	0,558	2,345	0,056	0,060
CPS	-0,045	0,078	0,025	0,049	-0,272	0,890
ECH	0,249	9,639	0,657	3,415	0,274	2,579
EUR	-0,275	1,176	0,043	0,543	-0,221	0,851
FMF	1,355	331,987	-1,223	49,252	2,459	206,755
FTE	-0,925	63,663	0,186	0,701	-1,360	47,817
GTN	-0,607	26,668	-0,058	0,056	-0,614	12,771
GPW	0,203	0,627	0,668	3,510	-0,161	1,322
GTC	-0,352	3,415	-0,232	0,749	0,476	1,928
BHW	-0,073	0,290	-0,069	0,456	0,042	0,077
ING	-0,173	0,424	-0,439	1,625	0,024	0,027
CAR	0,293	1,884	0,363	1,284	0,265	0,870
KRU	0,116	0,950	0,247	2,337	0,238	0,516
DVL	0,876	28,735	0,407	2,312	1,767	93,581
LPP	1,105	65,419	-0,344	0,958	1,943	92,118
MAB	0,852	12,173	0,922	6,673	0,617	3,123
MBK	0,520	9,935	0,601	2,946	0,563	6,008
MIL	0,307	1,961	-0,117	0,116	0,650	4,754
OPL	-1,401	141,007	-1,709	72,877	0,202	1,167
ORB	0,776	39,280	0,318	0,904	1,042	41,225
PEO	0,065	3,302	-0,008	1,676	0,149	1,612
PKO	0,254	2,992	0,326	2,625	0,154	1,363
PXM	0,860	21,085	0,862	9,132	1,251	17,356
PZU	-4,974	5208,983	0,201	0,902	-4,139	1051,510
SPL	-0,124	0,215	0,370	1,100	-0,281	0,823
TRK	1,511	138,489	1,829	62,651	0,346	42,507
VRG	0,943	27,666	0,812	6,660	0,695	3,448

Uwagi: A – klasyczny współczynnik asymetrii, J-B – wynik testu Jarque’a-Bera o rozkładzie $\chi^2(2)$

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki zawarte w tabeli 3.2 wskazują, że w całym okresie badawczym i podokresie drugim, istotnie od rozkładu normalnego odbiega aż odpowiednio 42% i 33% rozkładów analizowanych spółek. Podobne odniesienia dotyczą również współczynników asymetrii, dla których istotne odchylenia od zera zwykle obserwowane są w postaci rozkładów prawoskośnych. Liczba istotnych statystyk w obu okresach jest relatywnie zbliżona dla grupy spółek

surowcowych i spółek pozostałych. Z punktu widzenia normalności rozkładów, najlepiej prezentowały się wyniki otrzymane w podokresie pierwszym (tylko 15% rozkładów odbiegało od normalności), zwłaszcza dla spółek sektora surowców, dla którego tylko jedna spółka, LWB charakteryzowała się istotnie wysoką wartością statystyki testowej.

W kontekście otrzymanych rezultatów odnośnie do rozkładów stóp zwrotu szczególnego znaczenia nabiera wykorzystanie dolnych miar ryzyka w opisie poziomu ryzyka walorów, jak i w analizie relacji między oczekiwanymi rentownościami, w stosunku do osiąganego poziomu ryzyka. Wykazana niesymetryczność rozkładów stóp zwrotu skłania do zastosowania dolnych współczynników beta w modelach wyceny aktywów kapitałowych i porównania ich z klasycznymi odpowiednikami.

W tabeli 3.3 zestawiono średnie stopy zwrotu w całym okresie badawczym (lata 2012–2018), a także wybrane miary ryzyka systematycznego oraz całkowitego dla spółek surowcowych i spółek niesurowcowych. Kolejne tabele przedstawiają powyższe charakterystyki w poszczególnych podokresach. Tabela 3.4 dotyczy obserwacji z pierwszego podokresu, od stycznia 2012 roku do czerwca 2015 roku. W tabeli 3.5 zaprezentowano rentowność i ryzyko dla drugiego podokresu, od lipca 2015 roku do grudnia 2018 roku.

Tabela 3.3. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w całym okresie badawczym (2012–2018)

Nazwa spółki	Cały okres badawczy: 2012–2018					
	$\bar{R}$	β	β^{HR}	β^{BL}	S	dS
	Spółki surowcowe					
1	2	3	4	5	6	7
LWB	-0,001	1,515	1,644	1,901	0,121	0,082
BRS	0,001	1,220	1,205	1,336	0,100	0,066
CIE	0,016	0,897	0,739	0,462	0,095	0,057
ENA	-0,004	1,129	1,170	1,411	0,086	0,057
ATT	0,007	0,698	0,764	0,716	0,102	0,067
JSW	0,010	1,467	1,671	1,639	0,167	0,096
KER	-0,001	0,435	0,717	0,894	0,085	0,058
KTY	0,016	0,722	0,910	0,658	0,071	0,036
KGH	0,003	1,560	1,653	1,801	0,103	0,068
LTS	0,020	1,364	1,436	1,165	0,092	0,051
PGE	-0,006	0,961	0,962	1,233	0,072	0,056
PGN	0,009	0,914	1,063	1,007	0,075	0,046

cd. Tabeli 3.3.

1	2	3	4	5	6	7
PKN	0,017	1,311	1,404	1,187	0,083	0,049
STP	0,010	1,166	1,188	1,129	0,110	0,069
TPE	-0,008	0,972	0,914	1,253	0,075	0,054
WWL	0,009	0,535	0,528	0,397	0,078	0,047
Spółki niesurowcowe						
11B	0,076	-0,336	0,090	-1,588	0,454	0,063
AMC	0,018	0,462	0,633	0,292	0,074	0,040
EAT	0,025	0,729	0,805	0,341	0,075	0,040
ACP	0,001	0,522	0,508	0,564	0,056	0,039
BFT	0,025	0,630	0,839	0,362	0,086	0,045
BDX	0,009	0,573	0,467	0,309	0,094	0,063
CCC	0,021	1,305	1,535	1,193	0,095	0,057
CDR	0,046	1,020	1,167	0,243	0,110	0,054
CIG	-0,003	-0,131	0,230	0,417	0,144	0,112
CMR	0,015	0,738	0,667	0,419	0,082	0,048
CPS	0,007	0,426	0,374	0,264	0,050	0,032
ECH	0,012	0,471	0,372	0,168	0,086	0,053
EUR	-0,001	0,151	0,290	0,410	0,093	0,069
FMF	0,013	0,927	0,781	0,547	0,112	0,064
FTE	0,016	0,704	0,746	0,482	0,097	0,067
GTN	-0,020	1,636	1,609	2,293	0,140	0,116
GPW	0,003	0,905	1,015	1,111	0,065	0,045
GTC	0,002	0,754	0,720	0,825	0,079	0,058
BHW	0,003	1,079	1,075	1,150	0,068	0,048
ING	0,011	0,870	0,923	0,784	0,053	0,034
CAR	0,014	0,527	0,512	0,246	0,076	0,044
KRU	0,018	0,574	0,732	0,408	0,073	0,041
DVL	0,018	0,870	0,743	0,423	0,110	0,060
LPP	0,021	1,006	1,179	0,791	0,105	0,055
MAB	0,032	0,754	0,912	0,293	0,116	0,054
MBK	0,009	1,328	1,293	1,230	0,077	0,047
MIL	0,013	1,183	1,185	1,013	0,079	0,047
OPL	-0,011	0,859	0,841	1,214	0,090	0,077

cd. Tabeli 3.3.

1	2	3	4	5	6	7
ORB	0,013	0,691	0,628	0,414	0,080	0,045
PEO	-0,001	0,934	0,777	0,927	0,058	0,042
PKO	0,004	1,046	0,903	0,915	0,060	0,039
PXM	-0,021	1,969	1,579	2,313	0,196	0,137
PZU	-0,005	1,429	1,533	1,852	0,120	0,108
SPL	0,008	1,000	1,063	1,012	0,064	0,043
TRK	0,013	2,154	1,581	1,409	0,195	0,108
VRG	0,024	0,983	1,039	0,609	0,105	0,053

Uwagi: $\bar{R}$, β , β^{HR} , β^{BL} , S , dS oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu, klasyczny współczynnik beta, dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao, dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberga, odchylenie standardowe, semiodchylenie.

Źródło: opracowanie własne.

W całym okresie badawczym 31% spółek surowcowych oraz 17% spółek niesurowcowych uzyskało ujemne średnie stopy zwrotu. Najbardziej zyskową spółką w badanym okresie była spółka 11bit Studios SA (11B), zajmująca się tworzeniem gier komputerowych ($\bar{R} = 7,6\%$). Jednocześnie spółkę tę charakteryzuje najwyższe ryzyko całkowite mierzone odchyleniem standardowym, przy czym ryzyko całkowite w ujęciu dolnym nie jest relatywnie wysokie. Wynika to z bardzo silnej asymetrii prawostronnej rozkładu stóp zwrotu. Warto zwrócić uwagę na ujemne współczynniki β oraz β^{BL} tej spółki. Stopy zwrotu akcji 11B zachowują się odwrotnie niż stopy zwrotu indeksu giełdowego WIG. Jest to jedyna spółka wśród analizowanych, zachowująca się w odmienny sposób od całego rynku. W badanym okresie spółką surowcową o najwyższej średniej stopie zwrotu (2%) była Grupa Lotos SA (LTS)¹²⁵.

W całym okresie badawczym żadna ze spółek surowcowych nie miała ujemnych współczynników beta. Połowa spółek była defensywna, a połowa agresywna, biorąc pod uwagę klasyczne współczynniki beta¹²⁶. Uwzględnia-

¹²⁵ Obecnie trwa proces łączenia Grupy Lotos SA z największą polską spółką paliwową Polski Koncern Naftowy Orlen SA. Warto podkreślić, że poziom przeciętnej rentowności, jak i wartości wszystkich miar ryzyka systematycznego oraz całkowitego obydwu spółek są zbliżone.

¹²⁶ Spółka defensywna to spółka, dla której współczynnik beta jest dodatni, ale nie większy od jedności. Stopy zwrotu takiej spółki maleją w mniejszym stopniu w sytuacji spadków na rynku, w porównaniu z portfelem rynkowym, ale też osiągają niższe wzrosty w okresach hossy. Określenie to można używać także w odniesieniu do dolnych współczynników beta, przy czym dolne bety informują o zachowaniu spółki jedynie w okresach bessy. Spółki agresywne to spółki o współczynnikach beta większych od jedności i są one obciążone wysokim

jąc ryzyko dolne systematyczne, mierzone za pomocą β^{BL} , 69% spółek surowcowych reagowało ponad proporcjonalnymi spadkami stóp zwrotu w porównaniu z indeksem WIG. Należy stwierdzić, że spółki niesurowcowe były bezpieczniejsze w badanym okresie, gdyż odsetek spółek agresywnych wahał się od 31–36% w zależności od przyjętej miary ryzyka systematycznego.

Największym ryzykiem systematycznym spośród spółek surowcowych charakteryzowały się kopalnie węgla kamiennego (LWB, JSW) oraz miedzi (KGHM), przy czym ryzyko całkowite tych spółek również było wysokie. Najślabiej na zmiany indeksu WIG reagowała spółka z branży spożywczej Kernel Holding SA (KER), natomiast najmniej wrażliwy na niekorzystne zmiany na rynku był producent słodczy Wawel SA (WWL), o czym świadczą niskie wartości dolnych współczynników beta. Można zauważyć,

Tabela 3.4. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w pierwszym podokresie (I 2012–VI 2015)

Nazwa spółki	Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015					
	$\bar{R}$	β	β^{HR}	β^{BL}	S	dS
	Spółki surowcowe					
1	2	3	4	5	6	7
LWB	-0,011	1,434	1,631	2,285	0,096	0,081
BRS	0,003	1,193	1,413	1,651	0,098	0,065
CIE	0,033	1,033	0,775	0,096	0,092	0,048
ENA	0,000	0,909	1,092	1,389	0,071	0,051
ATT	0,032	0,410	0,401	-0,264	0,101	0,054
JSW	-0,038	1,436	1,565	2,850	0,120	0,107
KER	-0,010	0,301	0,949	1,605	0,089	0,070
KTY	0,028	0,645	0,937	0,471	0,073	0,030
KGH	0,003	1,375	1,401	1,634	0,089	0,058
LTS	0,010	1,497	1,581	1,699	0,093	0,060
PGE	-0,001	0,851	1,020	1,311	0,063	0,047
PGN	0,015	0,950	1,128	1,041	0,080	0,044
PKN	0,022	1,124	1,289	1,069	0,077	0,045
STP	0,023	1,008	0,962	0,709	0,120	0,064
TPE	-0,003	0,874	0,846	1,138	0,061	0,045
WWL	0,025	0,834	0,959	0,495	0,077	0,039

ryzykiem, gdyż reagują silniej na zmiany na rynku niż indeks giełdowy. Inwestorzy są szczególnie narażeni na spadek wartości posiadanych walorów w przypadku spółek o wysokich dolnych współczynnikach beta. Reagują one silnymi spadkami na niekorzystną sytuację na rynku kapitałowym.

cd. Tabeli 3.4.

1	2	3	4	5	6	7
Spółki niesurowcowe						
11B	0,111	-1,028	-0,465	-2,650	0,625	0,073
AMC	0,042	0,478	0,945	0,135	0,080	0,033
EAT	0,023	0,893	1,087	0,793	0,078	0,045
ACP	0,006	0,491	0,614	0,592	0,058	0,039
BFT	0,030	0,794	0,983	0,465	0,082	0,040
BDX	0,023	0,720	0,715	0,286	0,097	0,057
CCC	0,034	0,927	0,968	0,296	0,075	0,031
CDR	0,041	1,105	1,162	0,426	0,096	0,053
CIG	-0,006	-0,385	-0,201	0,045	0,149	0,116
CMR	0,024	0,819	0,798	0,419	0,079	0,039
CPS	0,015	0,535	0,464	0,211	0,052	0,030
ECH	0,019	0,554	0,511	0,208	0,064	0,032
EUR	0,009	0,208	0,225	0,154	0,075	0,048
FMF	-0,005	0,634	0,634	0,869	0,097	0,079
FTE	0,047	0,756	0,694	-0,321	0,081	0,034
GTN	-0,002	1,825	2,073	2,531	0,113	0,083
GPW	0,009	0,773	0,780	0,786	0,064	0,037
GTC	-0,005	1,168	1,109	1,547	0,101	0,078
BHW	0,011	1,171	1,204	1,189	0,061	0,038
ING	0,013	0,749	0,841	0,731	0,050	0,033
CAR	0,028	0,884	0,816	0,283	0,075	0,035
KRU	0,032	0,471	0,866	0,321	0,065	0,026
DVL	0,026	0,893	0,468	-0,056	0,125	0,069
LPP	0,033	0,862	0,979	0,339	0,092	0,053
MAB	0,044	1,205	1,351	0,507	0,127	0,052
MBK	0,014	1,262	1,109	0,995	0,066	0,036
MIL	0,016	1,111	0,997	0,841	0,076	0,046
OPL	-0,011	1,061	1,029	1,468	0,108	0,095
ORB	0,011	0,690	0,581	0,422	0,073	0,045
PEO	0,007	1,121	1,029	1,065	0,058	0,038
PKO	0,001	0,903	0,733	0,858	0,053	0,036
PXM	-0,042	2,188	2,127	3,580	0,227	0,171
PZU	0,010	0,893	0,829	0,803	0,057	0,034
SPL	0,011	0,698	0,699	0,579	0,056	0,032
TRK	0,031	2,610	2,009	1,469	0,223	0,102
VRG	0,030	1,778	1,836	1,466	0,130	0,067

Uwagi: $\bar{R}$, β , β^{HR} , β^{BL} , S , dS oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu, klasyczny współczynnik beta, dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao, dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberga, odchylenie standardowe, semiodchylenie.

Źródło: opracowanie własne.

że spółki surowców energetycznych są bardziej ryzykowne od spółek spożywczych.

W pierwszym podokresie jedna ze spółek surowcowych wykazała ujemny współczynnik beta ($\beta^{BL} = -0,264$). Połowa spółek surowcowych miała wartości β większe od jedności. W przypadku ryzyka dolnego, dla β^{HR} i β^{BL} , odpowiednio 56% i 69% spółek surowcowych było spółkami agresywnymi. Spółki niesurowcowe były obarczone niższym ryzykiem, a odsetek spółek agresywnych wahał się od 22–33% w zależności od przyjętej miary ryzyka systematycznego.

Najwyższym współczynnikiem beta, spośród spółek surowcowych w pierwszym podokresie, charakteryzowała się spółka paliwowa Grupa Lotos SA (LTS). Biorąc pod uwagę dolne współczynniki beta, najwyższym ryzykiem systematycznym charakteryzowały się spółki zajmujące się wydobyciem węgla kamiennego (LWB, JSW). Jastrzębska Spółka Węglowa SA (JSW) miała najwyższe ryzyko całkowite, biorąc pod uwagę zarówno odchylenie standardowe jak i semiodchylenie. Jednocześnie w badanym okresie inwestorzy uzyskali ujemne średnie stopy zwrotu na akcjach tej spółki (–3,8%). Najwyższe średnie stopy zwrotu (3,3%) odnotowała spółka Ciech SA (CIE).

Najniższym ryzykiem systematycznym, mierzonym klasycznym współczynnikiem beta charakteryzowała się spółka Kernel Holding SA (KER). Ze względu na dolne współczynniki beta najbezpieczniejsza była Grupa Azoty SA (ATT). Najmniejsze odchylenie standardowe wystąpiło dla Tauron Polska Energia SA (TPE), a najniższa wartość semiodchylenia dla Grupy Kęty SA (KTY).

Z grupy pozostałych spółek za najciekawszą dla inwestorów należy uznać 11B spółka ta uzyskała najwyższą przeciętną stopę zwrotu przy najniższych miarach ryzyka systematycznego. Natomiast najmniej atrakcyjna była spółka Polimex Mostostal SA (PXM), która w pierwszym podokresie uzyskała najniższe średnie stopy zwrotu (–4,2%), przy najwyższych dolnych współczynnikach beta i najwyższym semiodchyleniu.

W drugim podokresie wiele spółek charakteryzowało się ujemnymi średnimi miesięcznymi stopami zwrotu, dotyczyło to 44% spółek surowcowych oraz 36% spółek niesurowcowych. Najbardziej zyskowną spółką spośród całej badanej zbiorowości była Jastrzębska Spółka Węglowa (JSW). Należy przypomnieć, że w pierwszym podokresie była to spółka o najniższej średniej stopie zwrotu. Charakteryzuje się ona wysokim ryzykiem systematycznym i całkowitym, podobnie jak miało to miejsce w pierwszym podokresie. Najmniej zyskowną spółką surowcową była grupa Azoty SA (ATT).

Spółka 11B w dalszym ciągu jest jedną z najbardziej zyskownych spółek, jednak wyższe przeciętne stopy zwrotu osiągnął inny producent gier kompu-

Tabela 3.5. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w drugim podokresie (VII 2015–XII 2018)

Nazwa spółki	Drugi podokres: VII 2015–XII 2018					
	$\bar{R}$	β	β^{HR}	β^{BL}	S	dS
	Spółki surowcowe					
1	2	3	4	5	6	7
LWB	0,009	1,661	1,710	1,529	0,142	0,083
BRS	0,000	1,258	1,010	1,093	0,103	0,067
CIE	-0,002	0,694	0,661	0,919	0,096	0,066
ENA	-0,007	1,361	1,203	1,408	0,100	0,064
ATT	-0,018	0,906	1,008	1,662	0,098	0,079
JSW	0,059	1,720	1,978	0,688	0,193	0,084
KER	0,009	0,621	0,486	0,333	0,081	0,043
KTY	0,004	0,764	0,856	0,840	0,067	0,043
KGH	0,002	1,773	1,900	1,775	0,117	0,078
LTS	0,030	1,285	1,371	0,714	0,091	0,041
PGE	-0,011	1,066	0,846	1,064	0,080	0,064
PGN	0,004	0,867	0,995	1,076	0,070	0,048
PKN	0,013	1,507	1,515	1,310	0,089	0,053
STP	-0,004	1,289	1,317	1,332	0,099	0,075
TPE	-0,013	1,067	0,967	1,254	0,087	0,062
WWL	-0,007	0,163	0,102	0,385	0,075	0,054
Spółki niesurowcowe						
11B	0,041	0,238	0,275	-0,745	0,153	0,053
AMC	-0,006	0,351	0,233	0,382	0,060	0,047
EAT	0,027	0,576	0,565	0,013	0,072	0,034
ACP	-0,004	0,541	0,402	0,459	0,053	0,041
BFT	0,020	0,447	0,715	0,358	0,090	0,050
BDX	-0,004	0,371	0,187	0,458	0,091	0,069
CCC	0,009	1,664	2,043	1,933	0,110	0,075
CDR	0,051	0,966	1,252	0,054	0,123	0,054
CIG	0,000	0,145	0,659	1,016	0,140	0,108
CMR	0,007	0,627	0,521	0,393	0,086	0,056
CPS	0,000	0,288	0,266	0,284	0,047	0,035
ECH	0,004	0,360	0,205	0,106	0,103	0,068
EUR	-0,012	0,050	0,289	0,672	0,108	0,086

cd. Tabeli 3.5.

1	2	3	4	5	6	7
FMF	0,032	1,321	0,999	0,273	0,125	0,045
FTE	-0,016	0,531	0,696	1,146	0,103	0,089
GTN	-0,037	1,387	1,098	2,124	0,162	0,142
GPW	-0,004	1,030	1,213	1,342	0,067	0,052
GTC	0,009	0,359	0,387	0,224	0,048	0,027
BHW	-0,006	0,962	0,913	1,065	0,074	0,056
ING	0,010	1,002	1,004	0,866	0,057	0,035
CAR	0,001	0,107	0,205	0,214	0,076	0,051
KRU	0,004	0,630	0,528	0,569	0,079	0,053
DVL	0,011	0,825	1,003	0,780	0,094	0,050
LPP	0,010	1,123	1,332	1,292	0,118	0,058
MAB	0,019	0,242	0,521	0,082	0,105	0,057
MBK	0,004	1,395	1,453	1,402	0,087	0,056
MIL	0,011	1,262	1,345	1,135	0,083	0,048
OPL	-0,010	0,660	0,697	0,900	0,068	0,053
ORB	0,016	0,714	0,734	0,526	0,086	0,046
PEO	-0,010	0,715	0,517	0,801	0,058	0,047
PKO	0,008	1,226	1,091	0,987	0,067	0,042
PXM	-0,001	1,851	1,177	1,422	0,159	0,093
PZU	-0,019	1,950	2,153	2,818	0,159	0,150
SPL	0,004	1,314	1,390	1,374	0,073	0,052
TRK	-0,005	1,630	1,175	1,400	0,162	0,115
VRG	0,019	0,143	0,319	0,107	0,072	0,034

Uwagi: $\bar{R}$, β , β^{HR} , β^{BL} , S , dS oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu, klasyczny współczynnik beta, dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao, dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberga, odchylenie standardowe, semiodchylenie.

Źródło: opracowanie własne.

terowych – CD Project SA (CDR)¹²⁷. Najniższe średnie stopy zwrotu uzyskał bank Getin Holding SA (GTN), który jednocześnie charakteryzuje się wysokim ryzykiem systematycznym i całkowitym.

Najniższym ryzykiem systematycznym z grupy spółek surowcowych charakteryzowały się spółki Wawel SA (WWL) i Kernel Holding SA (KER). W przypadku ryzyka całkowitego mierzonego odchyleniem standardowym

¹²⁷ Jest to producent popularnej gry komputerowej *Wiedźmin* powstałej na podstawie serii książek Andrzeja Sapkowskiego.

najbezpieczniejsza była Grupa Lotos SA (LTS), a dla semiodchylenia – Grupa Kęty SA (KTY).

W grupie spółek niesurowcowych, rozpatrując różne miary ryzyka systematycznego najbezpieczniejsze były: Eurocash SA (EUR), Budimex SA (BDX) oraz 11bit Studios SA (11B).

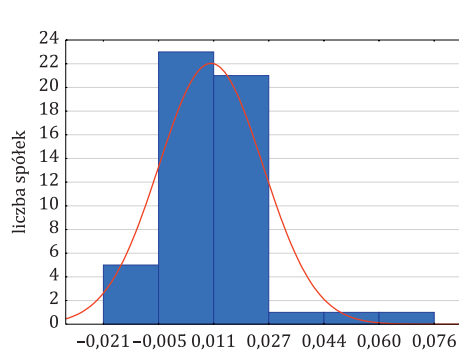
We wszystkich analizowanych okresach spółka 11B była najmniej wrażliwa na zmiany koniunktury giełdowej w warunkach ujemnych nadwyżek rynkowych względem stopy wolnej od ryzyka, o czym świadczą niskie wartości β^{BL} . Natomiast najniższą całkowitą zmiennością charakteryzował się Cyfrowy Polsat SA (CPS), a semizmiennością spółka zajmująca się wynajmem nieruchomości GTC Global Trade Center SA (GTC).

Biorąc pod uwagę klasyczne współczynniki beta, w drugim podokresie 63% spółek surowcowych można było zaliczyć do spółek agresywnych, gdzie wśród spółek niesurowcowych dotyczyło to zaledwie 36%. Uwzględniając dolne ryzyko systematyczne, spółki surowcowe były również obciążone wyższym ryzykiem w stosunku do grupy pozostałych spółek. Wartości wyższe od jedności dla dolnych współczynników beta uzyskało 56% spółek surowcowych w przypadku β^{HR} oraz 63% w przypadku β^{BL} . Dla spółek niesurowcowych odsetek spółek agresywnych wynosił odpowiednio 39% dla β^{HR} i 36% dla β^{BL} .

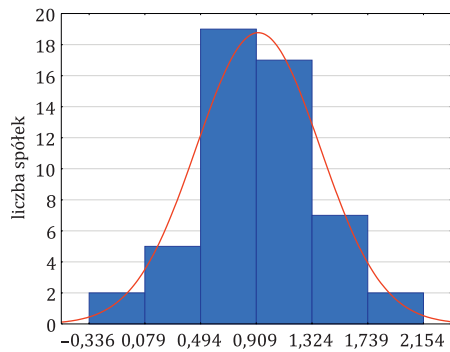
Na podstawie danych zamieszczonych w tabelach 3.2–3.4 uzyskano rozkłady wartości średnich stóp zwrotu i miar ryzyka w latach 2012–2018 oraz w odpowiednich podokresach. Dla lepszego zobrazowania badanych charakterystyk sporządzono histogramy (rysunek 3.1 i 3.2). W celu zbadania zgodności z rozkładem normalnym wszystkich analizowanych wskaźników posłużono się testem Shapiro-Wilka (SW). Wartości testu zamieszczone zostały pod odpowiednimi wykresami. Wyniki testu SW wskazują, że rozkłady średniej stopy zwrotu we wszystkich analizowanych okresach oraz rozkłady następujących współczynników beta: β_I , β^{BL} , β_{II}^{HR} , β_{II}^{BL} , wykazują istotne różnice do krzywej rozkładu normalnego, na poziomie istotności 5%. W przypadku pozostałych współczynników beta brak jest podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, zgodnie z którą ich rozkłady są zgodne z rozkładem normalnym, na poziomie istotności 5%.

Na podstawie danych dla indywidualnych walorów wyznaczono podstawowe parametry rozkładu, zarówno dla średnich stóp zwrotu, jak i wszystkich współczynników beta w całym okresie badawczym i dwóch podokresach. Wyniki zaprezentowano w tabelach 3.6–3.8.

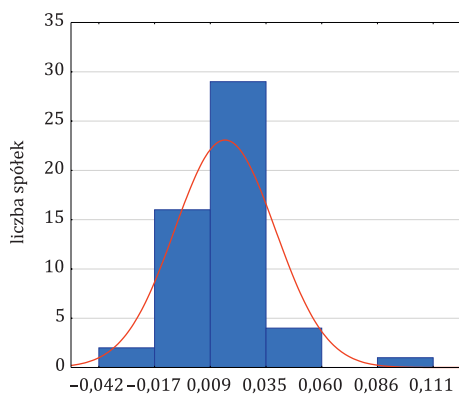
W całym okresie badawczym spółki surowcowe charakteryzowały się niższymi średnimi stopami zwrotu w porównaniu z pozostałymi spółkami. Średnia stopa zwrotu spółek surowcowych charakteryzuje się bardzo małą asymetrią lewostronną. W przypadku spółek pozostałych występuje silna



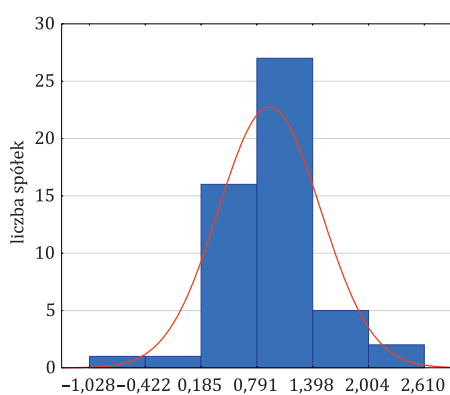
SW = 0,8887; p = 0,0002



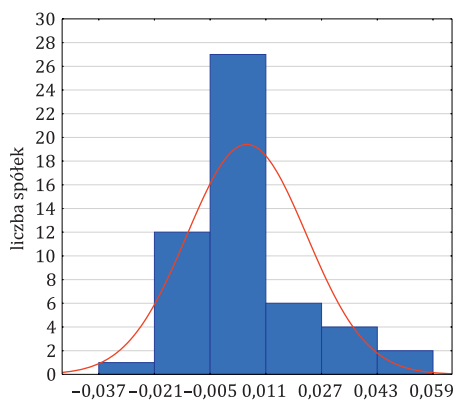
SW = 0,9771; p = 0,4125



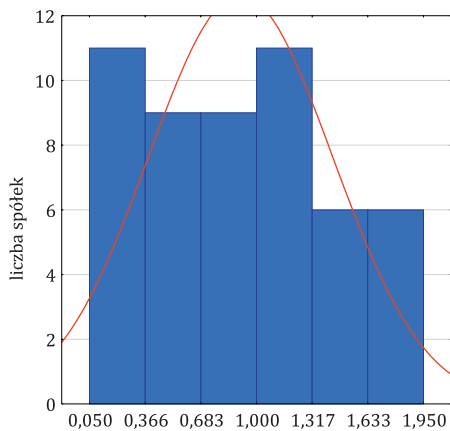
SW = 0,9047; p = 0,0005



SW = 0,9137; p = 0,0011

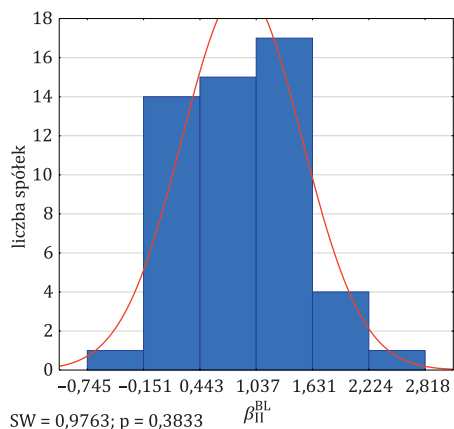
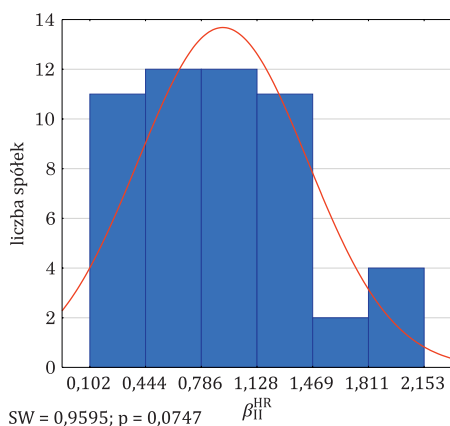
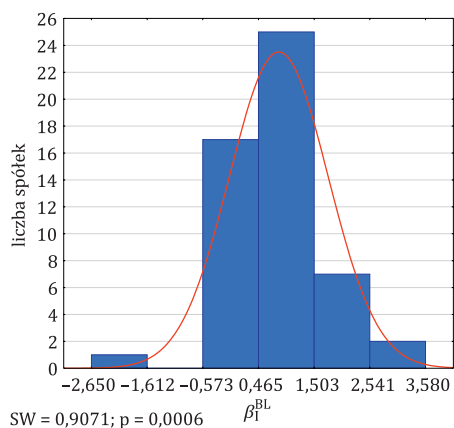
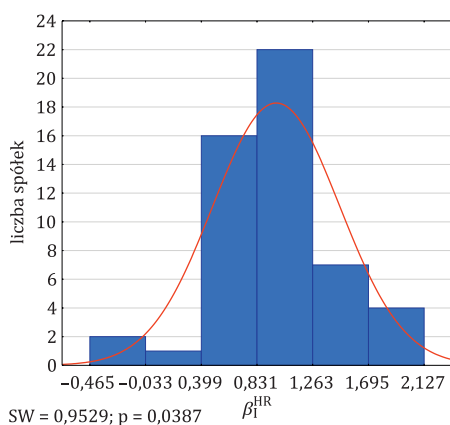
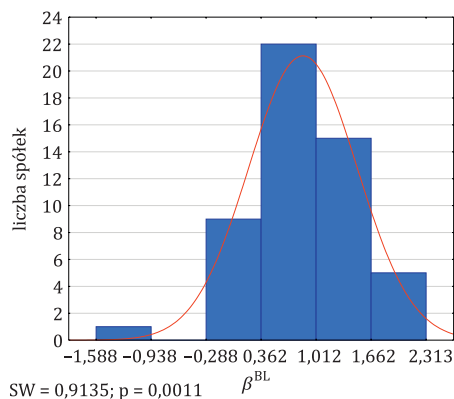
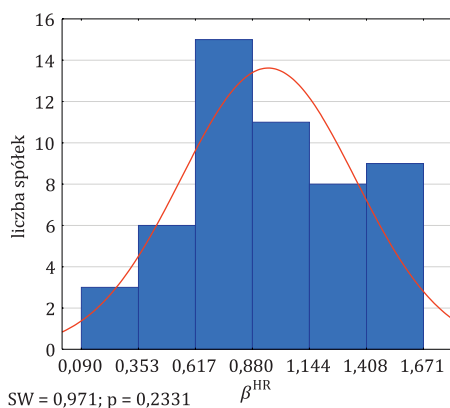


SW = 0,935; p = 0,0071



SW = 0,9648; p = 0,1268

Rysunek 3.1. Rozkłady średnich stóp zwrotu oraz klasycznego współczynnika beta dla wszystkich badanych spółek w całym okresie i dwóch podokresach
Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.



Rysunek 3.2. Rozkłady dolnych współczynników beta wg formuły Harlowa-Rao i Bawy-Lindemberga w całym okresie i dwóch podokresach
Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.

Tabela 3.6. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w całkowitym okresie próby (2012–2018)

Zmienna	Liczba spółek	Średnia	Mediana	Min	Max	Odchylenie standardowe	Współczynnik Asymetrii
Spółki ogółem							
$\bar{R}$	52	0,010	0,010	-0,021	0,076	0,015	1,508
β	52	0,916	0,910	-0,336	2,154	0,459	0,061
β^{HR}	52	0,948	0,911	0,090	1,671	0,401	0,126
β^{BL}	52	0,843	0,808	-1,588	2,313	0,638	-0,472
S	52	0,101	0,086	0,050	0,454	0,059	4,564
dS	52	0,060	0,054	0,032	0,137	0,022	1,678
Spółki surowcowe							
$\bar{R}$	16	0,006	0,008	-0,008	0,020	0,009	-0,033
β	16	1,054	1,051	0,435	1,560	0,346	-0,214
β^{HR}	16	1,123	1,117	0,528	1,671	0,361	0,169
β^{BL}	16	1,137	1,176	0,397	1,901	0,440	-0,013
S	16	0,095	0,089	0,071	0,167	0,024	1,911
dS	16	0,060	0,057	0,036	0,096	0,015	0,919
Spółki niesurowcowe							
$\bar{R}$	36	0,012	0,012	-0,021	0,076	0,017	1,312
β	36	0,854	0,864	-0,336	2,154	0,493	0,302
β^{HR}	36	0,871	0,822	0,090	1,609	0,398	0,237
β^{BL}	36	0,713	0,556	-1,588	2,313	0,674	-0,264
S	36	0,103	0,086	0,050	0,454	0,069	4,047
dS	36	0,060	0,053	0,032	0,137	0,025	1,664

Źródło: opracowanie własne.

asymetria prawostronna, co oznacza, że większość spółek uzyskała średnie stopy zwrotu poniżej (1,2%), a pojedyncze spółki uzyskały wysokie wartości tej charakterystyki. Ponadto, spółki surowcowe mają przeciętnie wyższe miary ryzyka systematycznego i całkowitego w porównaniu ze spółkami niesurowcowymi, za wyjątkiem semiodchylenia, którego średnia wartość jest jednakowa w obu podgrupach.

W pierwszym podokresie spółki surowcowe charakteryzowały się niższymi średnimi stopami zwrotu w porównaniu z pozostałymi spółkami. Średnia stopa zwrotu spółek surowcowych charakteryzuje się asymetrią lewostronną. Oznacza to, że większość spółek surowcowych uzyskuje średnie stopy zwrotu powyżej średniej (0,8%). W przypadku spółek niesurowco-

Tabela 3.7. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w pierwszym podokresie (I 2012–VI 2015)

Zmienna	Liczba spółek	Średnia	Mediana	Min	Max	Odchylenie standardowe	Współczynnik Asymetrii
Spółki ogółem							
$\bar{R}_I$	52	0,016	0,014	-0,042	0,111	0,023	0,928
β_I	52	0,917	0,893	-1,028	2,610	0,553	-0,206
β_I^{HR}	52	0,972	0,961	-0,465	2,127	0,490	-0,027
β_I^{BL}	52	0,824	0,759	-2,650	3,580	0,916	-0,191
S_I	52	0,100	0,080	0,050	0,625	0,082	5,419
dS_I	52	0,055	0,047	0,026	0,171	0,027	2,065
Spółki surowcowe							
$\bar{R}_I$	16	0,008	0,007	-0,038	0,033	0,019	-0,739
β_I	16	0,992	0,979	0,301	1,497	0,352	-0,367
β_I^{HR}	16	1,122	1,056	0,401	1,631	0,337	-0,183
β_I^{BL}	16	1,199	1,225	-0,264	2,850	0,793	0,127
S_I	16	0,087	0,089	0,061	0,120	0,017	0,415
dS_I	16	0,057	0,053	0,030	0,107	0,018	1,322
Spółki niesurowcowe							
$\bar{R}_I$	36	0,019	0,015	-0,042	0,111	0,024	1,206
β_I	36	0,884	0,873	-1,028	2,610	0,624	-0,070
β_I^{HR}	36	0,906	0,854	-0,465	2,127	0,535	0,223
β_I^{BL}	36	0,657	0,543	-2,650	3,580	0,928	-0,162
S_I	36	0,105	0,078	0,050	0,625	0,098	4,564
dS_I	36	0,054	0,043	0,026	0,171	0,030	2,116

Źródło: opracowanie własne.

wych występuje asymetria prawostronna, co oznacza, że większość spółek uzyskało średnie stopy zwrotu poniżej (19%). Przeciętnie średnie miesięczne stopy zwrotu spółek niesurowcowych są dwukrotnie wyższe niż w przypadku spółek surowcowych. Spółki surowcowe są bardziej ryzykowne w porównaniu ze spółkami niesurowcowymi, zarówno ze względu na klasyczne, jak i dolne miary ryzyka.

W drugim podokresie spółki surowcowe i niesurowcowe charakteryzowały się podobnym poziomem zyskowności. Średnia stopa zwrotu spółek surowcowych charakteryzuje się silną asymetrią prawostronną. W przypadku spółek pozostałych również występuje asymetria prawostronna, ale o umiarkowanej sile. Biorąc pod uwagę wszystkie miary ryzyka systema-

Tabela 3.8. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w drugim podokresie (VII 2015–XII 2018)

Zmienna	Liczba spółek	Średnia	Mediana	Min	Max	Odchylenie standardowe	Współczynnik Asymetrii
Spółki ogółem							
$\bar{R}_{II}$	52	0,005	0,004	-0,037	0,059	0,017	0,903
β_{II}	52	0,904	0,886	0,050	1,950	0,520	0,172
β_{II}^{HR}	52	0,913	0,940	0,102	2,153	0,518	0,488
β_{II}^{BL}	52	0,877	0,883	-0,745	2,818	0,632	0,350
S_{II}	52	0,096	0,090	0,047	0,193	0,033	0,971
dS_{II}	52	0,062	0,054	0,027	0,150	0,025	1,708
Spółki surowcowe							
$\bar{R}_{II}$	16	0,004	0,001	-0,018	0,059	0,018	1,858
β_{II}	16	1,125	1,163	0,163	1,773	0,443	-0,401
β_{II}^{HR}	16	1,120	1,009	0,102	1,978	0,504	-0,035
β_{II}^{BL}	16	1,086	1,085	0,333	1,775	0,424	-0,240
S_{II}	16	0,099	0,093	0,067	0,193	0,031	2,107
dS_{II}	16	0,063	0,064	0,041	0,084	0,015	-0,077
Spółki niesurowcowe							
$\bar{R}_{II}$	36	0,005	0,004	-0,037	0,051	0,017	0,443
β_{II}	36	0,806	0,687	0,050	1,950	0,527	0,499
β_{II}^{HR}	36	0,821	0,706	0,187	2,153	0,504	0,794
β_{II}^{BL}	36	0,784	0,726	-0,745	2,818	0,690	0,682
S_{II}	36	0,095	0,087	0,047	0,162	0,034	0,698
dS_{II}	36	0,062	0,053	0,027	0,150	0,029	1,709

Źródło: opracowanie własne.

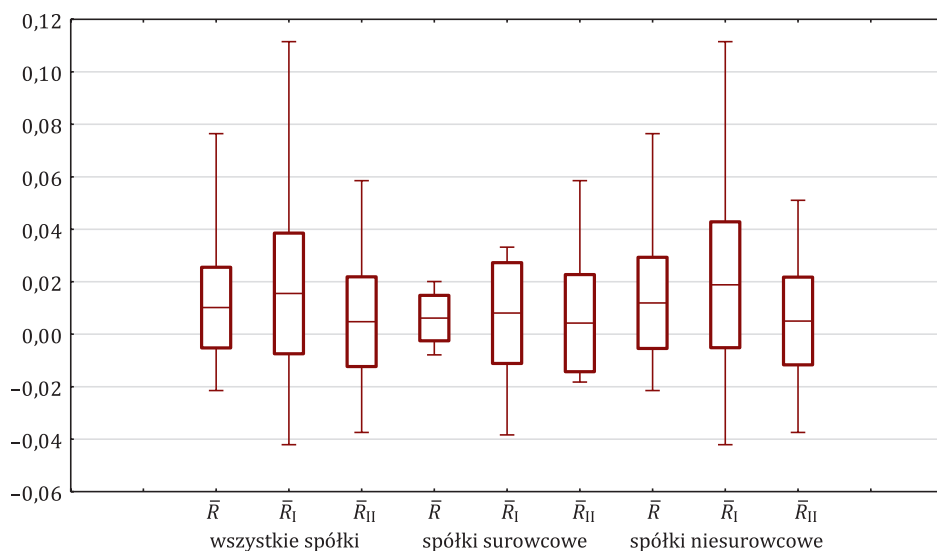
tycznego i całkowitego, zarówno w ujęciu klasycznym, jak i dolnym należy spółki surowcowe uznać za obarczone wyższym ryzykiem w stosunku do pozostałych spółek.

Porównując podokresy badawcze, można zauważyć, że w pierwszym podokresie inwestorzy giełdowi uzyskiwali wyższe średnie stopy zwrotu w porównaniu z okresem drugim, dotyczy to wszystkich grup spółek. Jeżeli chodzi o ryzyko, to jest ono podobne w obydwu podokresach. Nasuwa to wniosek, że zmiany koniunktury na GPW w większym stopniu wpływają na zyski osiągane przez inwestorów, natomiast ponoszone przez nich ryzyko utrzymuje się na zbliżonych poziomach. Realizacja tego ryzyka powoduje właśnie fluktuacje osiąganych stóp zwrotu.

Dla analizowanych charakterystyk w całym okresie oraz podokresach opracowano wykresy pudełkowe. Uzupełniają one charakterystyki rozkładów średniej stopy zwrotu i miary ryzyka zestawione w tabelach 3.6–3.8. Wykresy pudełkowe zostały sporządzone dla wszystkich 52 spółek, spośród których wyodrębniono 16 spółek surowcowych oraz 36 spółek niesurowcowych. Zostały one wykonane z wykorzystaniem programu *STATISTICA PL* na podstawie wartości statystyk opisowych dla średniej stopy zwrotu i miar ryzyka, rozważanych spółek surowcowych i niesurowcowych.

Punkty środkowe pudełek (pionowa linia) wyznaczone zostały przez wartości średnie badanych wskaźników, ramka przez odchylenie standardowe, natomiast wąsy wykresów pudełkowych przez najmniejsze oraz największe wartości. Długość pudełka równa jest przedziałowi jednego odchylenia standardowego od średniej, wyznaczonego dla danej charakterystyki rozkładu stóp zwrotu. Wykresy pudełkowe są istotnym narzędziem do zobrazowania zbiorów danych. Mogą być wykorzystywane w celu porównania rozkładów dwóch lub więcej cech. Umożliwiają zobrazowanie położenia, kształtu oraz rozproszenia rozkładu empirycznego danej cechy¹²⁸.

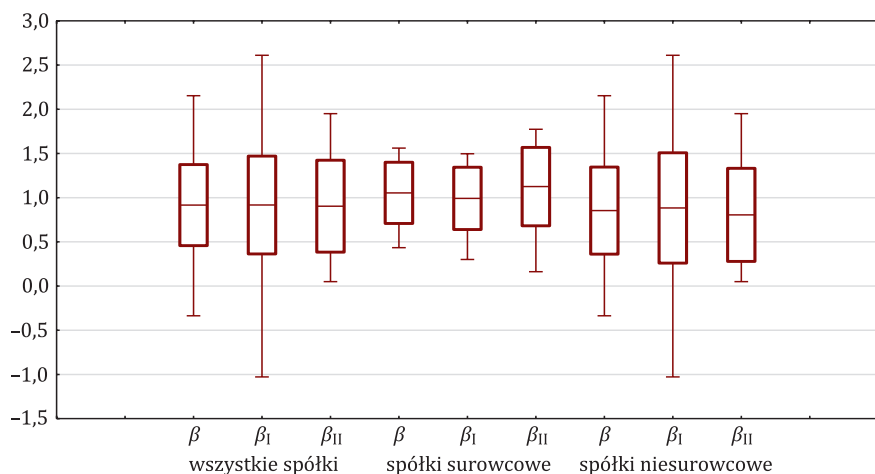
Wykres pudełkowy dla średniej stopy zwrotu (rysunek 3.3) wskazuje, że największe zróżnicowanie przeciętnych rentowności można zaobserwować dla wszystkich spółek łącznie oraz spółek niesurowcowych w podokre-



Rysunek 3.3. Wykresy pudełkowe średnich miesięcznych stóp zwrotu dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach

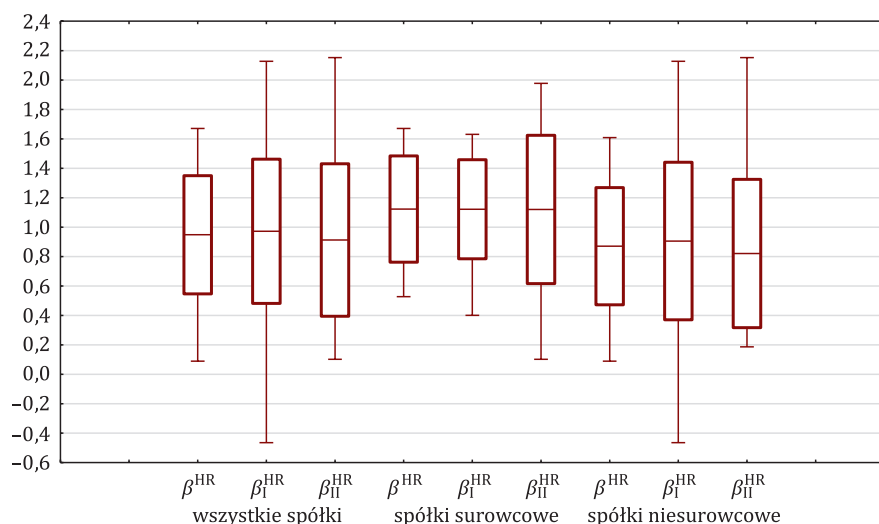
Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.

¹²⁸ J. Łuczak, A. Matuszak-Flejszman, *Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy*, Quality Progress, Poznań 2007.



Rysunek 3.4. Wykresy pudełkowe klasycznych współczynników beta dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach

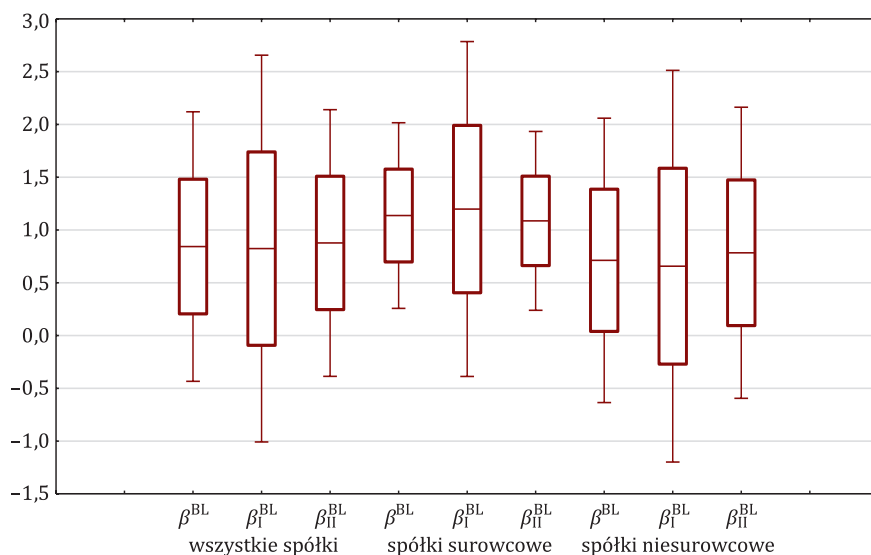
Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.



Rysunek 3.5. Wykresy pudełkowe dolnych współczynników beta wg formuły Harlowa-Rao dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.

się pierwszym. Najdłuższe „wąsy” w tym przypadku świadczą o występowaniu w badanych zbiorach spółek o wartościach średniej miesięcznej stopy zwrotu, znacznie oddalonych od przeciętnego poziomu w danej podgrupie spółek. Relatywnie wysoką asymetrią lewostronną oraz prawostronną charakteryzują się rozkłady średniej stopy zwrotu dla spółek surowcowych, wyznaczone odpowiednio dla pierwszego i drugiego podokresu.



Rysunek 3.6. Wykresy pudełkowe dolnych współczynników beta wg formuły Bawy-Lindemberga dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne za pomocą programu Statistica.

Kolejne wykresy pudełkowe (rysunki 3.4–3.6) sporządzono dla współczynników beta wyznaczonych dla danych grup spółek. Na podstawie tej prezentacji graficznej zauważyć można, że największym rozproszeniem cechują się wartości współczynników beta dla pierwszego podokresu w przypadku wszystkich spółek oraz spółek niesurowcowych. Najsilniejszą asymetrię prawostronną zaobserwować można w przypadku wartości β_{II}^{HR} dla spółek niesurowcowych. Spółki surowcowe na tle pozostałych spółek charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem różnych wszystkich analizowanych współczynników beta w każdym rozważanym okresie.

3.2. Wybrane metody analizy danych oparte na zanurzaniu obserwacji w próbie

W dalszej części niniejszego opracowania zaprezentowane zostaną badania dotyczące analiz dwuwymiarowych, biorących pod uwagę stopy zwrotu i miary ryzyka, zgodnie ze specyfikacją modelu równowagi CAPM, opisanego w rozdziale drugim. Analizę regresji przekrojowych, oprócz metody klasycznej, przeprowadzono również za pomocą metody odpornej na występowanie w próbie obserwacji nietypowych. W poniższej części tego porozdziału dokonano krótkiej charakterystyki zaproponowanej metody.

W wielowymiarowej analizie statystycznej często wykorzystywane są metody, których celem jest rangowanie lub porządkowanie obiektów wielowymiarowych. Jednymi z nich są metody oparte na miarach zanurzania obserwacji w próbie. Pojęcie zanurzania obserwacji zostało wprowadzone przez Johna Tukeya w 1975 roku¹²⁹. Metody oparte na tej koncepcji zostały szeroko omówione w literaturze przedmiotu. Opisane zostały aspekty teoretyczne związane z tymi metodami oraz przedstawione zostały liczne ich zastosowania, między innymi w badaniu zjawisk ekonomicznych¹³⁰.

Na potrzeby pracy definicje zostaną przedstawione w ujęciu dwuwymiarowym. Założmy, że $P_n^2 = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ będzie próbą dwuwymiarową o liczebności n , czyli układem wektorów obserwowalnych i ją wyrażających. Próba pochodzi z danego rozkładu określonego 2-wymiarowego dystrybuantą F^2 . W pracy każdy punkt próby $x_i = [x_{i1}, x_{i2}]^T$ będzie analizowany jak wektor dwuwymiarowy x_{ij} i będzie on rozpatrywany jako wartość j -tej zmiennej zaobserwowanej dla i -tego obiektu. W niniejszej pracy poszczególne obiekty określają spółki giełdowe. Zmiennymi są miary rentowności inwestycji giełdowych (średnia miesięczna stopa zwrotu) oraz miary ryzyka systematycznego i całkowitego.

Do analizy danych liczbowych wykorzystana została miara zanurzania sympleksowego Reginy Liu¹³¹. Miara ta, oznaczona $Lzan_2$, dla punktu θ w próbie P_n^2 jest funkcją zdefiniowaną w sposób następujący:

$$Lzan_2(\theta, P_n^2) = N_3^{-1} \sum_{1 \leq i < j < k \leq n} I[\theta \in \Delta(x_i, x_j, x_k)], \quad (67)$$

i zbudowaną na zamkniętych sympleksach $\Delta(x_i, x_j, x_k)$ takich, że $x_i, x_j, x_k \in P_n^2$ oraz $(i, j, k) \in I_w = \{1, 2, \dots, n\}$ gdzie $N_3 = \binom{n}{3}$, natomiast $I(A)$ jest funkcją wskaźnikową przyjmującą wartości zdarzenia A

$$I(A) = \begin{cases} 1, & \text{gdy } \theta \in A, \\ 0, & \text{gdy } \theta \notin A. \end{cases}$$

Wartości miar zanurzania obserwacji w próbie pozwalają na dokonanie porządkowania tych obserwacji względem oddalenia od mediany dwuwymiarowej. Jest ona wyznaczona przez obserwację, której odpowiada najwyższa wartość miary zanurzania. Obserwacja ta jest utożsamiana z centrum zbioru danych. Należy zaznaczyć, że obserwacje, dla których miara zanurzania przyjmuje najmniejsze wartości, są najbardziej oddalone od centrum

¹²⁹ J. Tukey, *Mathematics and the picturing of data*, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, 2, Vancouver 1975, s. 523–531.

¹³⁰ D. Kosiorowski, *Statystyczne funkcje głębi w odpornej analizie ekonomicznej*, Wyd. UE, Kraków 2012.

¹³¹ R.Y. Liu, *On a Notion of Data Depth Based on Random Simplices*, The Annals of Statistics 18, 1990, s. 405–414.

zbioru danych¹³². Wartości cech diagnostycznych osiągają w przypadku tych obserwacji znacznie niższe lub znacznie wyższe wartości. Metody bazujące na zanurzaniu obserwacji w próbie znajdują szerokie zastosowanie w badaniu zjawisk ekonomicznych, szczególnie w przypadku niejednorodnych zbiorów obserwacji.

Określenie kryteriów wyznaczania miar zanurzania obserwacji w próbie oraz sposoby jej wyznaczania omówione zostały między innymi w pracy Wiesława Wagnera i Małgorzaty Kobylińskiej¹³³, porównanie tych kryteriów zaprezentowano w artykule Kobylińskiej¹³⁴.

Niech $\theta = (\theta_a, \theta_b)$ będzie wektorem ocen parametrów strukturalnych równania regresji liniowej, gdzie θ_a jest oceną współczynnika kierunkowego, natomiast θ_b oceną wyrazu wolnego tej funkcji. Ocena funkcji regresji jest postaci $\hat{y} = \theta_a x + \theta_b$. Reszty modelu dla zbioru P_n^2 wyznaczane są jako $e_i = y_i + \hat{y}_i$ i określają różnicę pomiędzy wartościami rzeczywistymi zmiennej objaśnianej (y_i) oraz wartościami teoretycznymi tej zmiennej ($\hat{y}_i$)¹³⁵.

Zanurzanie funkcji regresji liniowej w zbiorze dwuwymiarowym zostało wprowadzone przez Petera Rousseeuwa i Mię Hubert¹³⁶. Metoda szacowania najbardziej zanurzonej regresji może być wykorzystana w przypadku występowania w zbiorze danych obserwacji, które znacznie odbiegają od pozostałych (nietypowych), ze względu na odpowiadające im skrajne wartości badanych cech. Występowanie obserwacji nietypowych może mieć istotne znaczenie w badaniu zjawisk ekonomicznych oraz zmieniać charakter zależności pomiędzy analizowanymi cechami.

W pracy do oszacowania funkcji regresji dla danych zbiorów dwuwymiarowych poza klasyczną metodą najmniejszych kwadratów (KMNK) wykorzystana została metoda najbardziej zanurzonej regresji (MNZR), która należy do metod odpornych na występowanie obserwacji nietypowych. Metoda najbardziej zanurzonej regresji pozwala na oszacowanie funkcji liniowej w ten sposób, że jest ona położona bliżej większości punktów analizowanych zbiorów dwuwymiarowych.

¹³² R.Y. Liu, J.M. Parelus, K. Singh, *Multivariate Analysis by Data Depth: Descriptive Statistics, Graphics and Inference*, The Annals of Statistics, 27, 1990, s. 783–858.

¹³³ W. Wagner, M. Kobylińska, *Przegląd metod wyznaczania miar zanurzania w próbie dwuwymiarowej*, Przegląd Statystyczny 49, 4, 2002, s. 119–132.

¹³⁴ M. Kobylińska, *Comparison of selected criteria for determination of the measure of depth of an observation in a two-dimensional sample*, Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica 196, 2006, s. 139–153.

¹³⁵ A. Stanis, *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny*, t. II, StatSoft Polska, Kraków 2000.

¹³⁶ P. Rousseeuw, M. Hubert, (1999) *Regression Depth*, Journal of the American Statistical Association 94, 1999, s. 388–402.

Dla zbioru P_n^2 funkcję regresji liniowej $\hat{y} = \theta_a x + \theta_b$ nazywamy niedopasowaną do danych tego zbioru, jeżeli istnieje taka liczba rzeczywista $v_\theta = v$, która nie pokrywa się z żadną obserwacją należącą do tego zbioru, czyli $x_i \neq v$, że spełnione są następujące warunki¹³⁷:

$$\begin{aligned} & e_i < 0 \text{ dla każdego } x_i < v \text{ i } e_i > 0 \text{ dla każdego } x_i > v \\ \text{lub} & e_i > 0 \text{ dla każdego } x_i < v \text{ i } e_i < 0 \text{ dla każdego } x_i > v. \end{aligned}$$

Zanurzaniem funkcji regresji liniowej nazywamy najmniejszą liczbę obserwacji, które powinny zostać wyeliminowane ze zbioru P_n^2 , żeby funkcja regresji stała się niedopasowana do obserwacji zbioru dwuwymiarowego. Metoda najbardziej zanurzonej regresji polega na oszacowaniu parametrów funkcji regresji, której odpowiada największe zanurzenie w danym zbiorze danych¹³⁸.

W pracy w celu wyznaczenia wartości miar zanurzania sympleksowego Liu, oszacowania parametrów strukturalnych metodami KMNK i MNZR oraz wykonania wykresów obrazujących położenie tych funkcji, wykorzystano odpowiednie pakiety środowiska R, których wykaz zamieszczono w Aneksie. Program R może być wykorzystywany do statystycznej analizy danych¹³⁹.

Wykorzystanie metody najbardziej zanurzonej regresji w przypadku wstępowania obserwacji nietypowych w ubiorach dwuwymiarowych zaprezentowano między innymi w pracy Kobylińskiej¹⁴⁰.

3.3. Klasyczny i dolny model wyceny aktywów kapitałowych

Badanie wyceny aktywów na GPW w Warszawie oparte było na standardowej formie modelu CAPM, która w analizie regresji przekrojowej przyjmowała następującą postać empiryczną:

$$\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \widehat{MR}_i + \eta_{it} \quad (i = 1, \dots, N), \quad (68)$$

gdzie $\bar{R}$ – oczekiwana stopa zwrotu i -tej spółki; $\widehat{MR}_i$ – ocena miary ryzyka i -tej spółki definiowana jako $\hat{\beta}_i, \hat{\beta}_i^{HR}, \hat{\beta}_i^{BL}$; $\lambda_{0t}, \lambda_{1t}$; – parametry modelu; η_{it} – składnik losowy modelu; N – liczba walorów, na podstawie której oszacowano równanie.

¹³⁷ Ibidem, s. 388–402.

¹³⁸ M. Hubert, P. Rousseeuw, *The Catline for Deep Regression*, Journal of Multivariate Analysis 66, 1998, s. 270–296.

¹³⁹ M. Walesiek, E. Gatnar, *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2009.

¹⁴⁰ M. Kobylińska, *Metoda zanurzania regresji w przypadku wstępowania obserwacji nietypowych*, Metody Ilościowe w Badaniu Zjawisk Ekonomicznych XX/2, 2019, s. 83–92.

Podstawowym celem badania była weryfikacja modelu CAPM w kontekście różnych miar ryzyka oraz przy szczególnym uwzględnieniu w próbie spółek surowcowych. Mając na uwadze realizację tak postawionego celu badania, oszacowań równania (68) dokonano zarówno KMNK, jak i wykorzystując metodę najbardziej zanurzonej regresji (MNZR)¹⁴¹. Ponadto zbadano wrażliwość oszacowań na zmiany w czasie, dzieląc szereg czasowy okresu badawczego na dwa równe 3,5-letnie podokresy. Powyższe analizy wykonano na łącznej próbie 52 spółek oraz dla podpróby spółek surowcowych liczącej 16 walorów. Weryfikacji poddano kilka hipotez badawczych:

1. Koniunktura giełdowa jest istotnym czynnikiem kształtującym stopy zwrotu walorów notowanych na GPW w Warszawie. Zależność między ryzykiem systematycznym a oczekiwanymi stopami zwrotu jest dodatnią zależnością liniową.
2. Współczynnik beta nie jest jedyną istotną miarą ryzyka. Inwestorzy wynagradzani są również za ryzyko dolne (dolne współczynniki beta), czyli ryzyko osiągnięcia stopy zwrotu poniżej założonego proggu.
3. Zależność opisana linią rynku papierów wartościowych – SML jest słuszną, niezależnie od liczby walorów, na podstawie której ją oszacowano. Jednakże, wielkość premii za ryzyko systematyczne zmienia się w zależności od przeciętnej efektywności (relacja nadwyżki stopy zwrotu ponad stopę wolną od ryzyka do wielkości ryzyka wyrażonego współczynnikiem beta) spółek wchodzących w skład próby wykorzystanej w analizie przekrojowej.

W pierwszej kolejności dokonano oszacowań parametrów równania (68) za pomocą metod KMNK i MNZR, przy wykorzystaniu trzech miar ryzyka systematycznego oraz biorąc pod uwagę wszystkie badane spółki. Wyniki estymacji tych równań zawarte są w tabelach 3.9–3.14. Dodatkowo, przedstawiono wykresy linii SML w przestrzeni dwuwymiarowej wraz z rozrzutem spółek względem badanych zmiennych (rysunki 3.7–3.9).

Wyniki estymacji modelu CAPM dla wszystkich spółek nie pozwalają na pozytywną weryfikację postawionych hipotez. Oceny premii za ryzyko w ujęciu klasycznym (współczynnik beta) i w ujęciu dolnym (dolne współczynniki beta wg formuł Harlowa-Rao i Bawy-Lindemberga) przyjmują statystycznie istotne, lecz ujemne wartości w całym okresie próby i w pierwszym podokresie. Dodatnie wartości ocen parametru λ_1 zostały otrzymane w drugim okresie testowania modelu, gdzie miarami ryzyka systematycznego był współczynnik beta i dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao. Pomimo że oceny te w obu przypadkach były statystycznie nieistotne, uwagę zwracają znacznie wyższe wartości premii za ryzyko dolne, traktowane jako osiągnię-

¹⁴¹ Oszacowania parametrów funkcji regresji wykonano wykorzystując odpowiednie pakiety środowiska R: „stats” – KMNK, „DepthProc” – MNZR.

Tabela 3.9. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \hat{\beta}_i + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0214	4,748	0,000*	0,134
λ_1	−0,0123	−2,783	0,007*	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0311	5,417	0,000*	0,166
λ_1	−0,0169	−3,156	0,003*	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	0,0046	0,959	0,342	0,000
λ_1	0,0002	0,034	0,973	

Uwagi: $\bar{R}_i$ β_i oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i klasyczny współczynnik beta dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

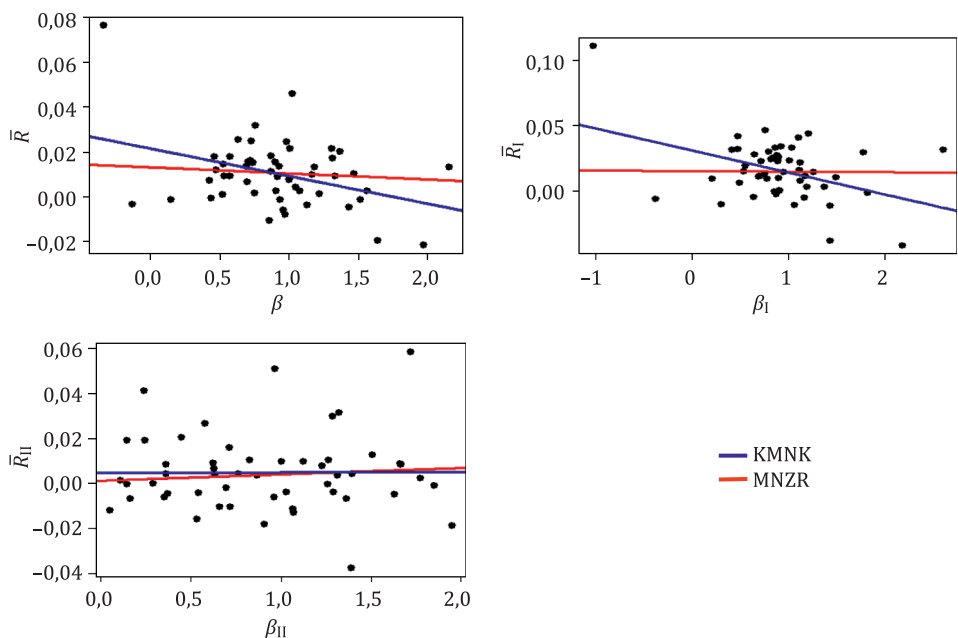
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.10. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \hat{\beta}_i + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012–2018	
λ_0	0,0131
λ_1	-0,0028
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015	
λ_0	0,0150
λ_1	-0,0005
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018	
λ_0	0,0010
λ_1	0,0029

Uwagi: $\bar{R}_i$ β_i oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i klasyczny współczynnik beta dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.7. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z klasycznym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.11. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{HR} + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0196	3,648	0,001*	0,068
λ_1	–0,0099	–1,906	0,062***	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0340	5,150	0,000*	0,163
λ_1	–0,0190	–3,125	0,003*	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	0,0010	0,225	0,823	0,015
λ_1	0,0040	0,873	0,387	

Uwagi: $\bar{R}_i \beta_i^{HR}$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

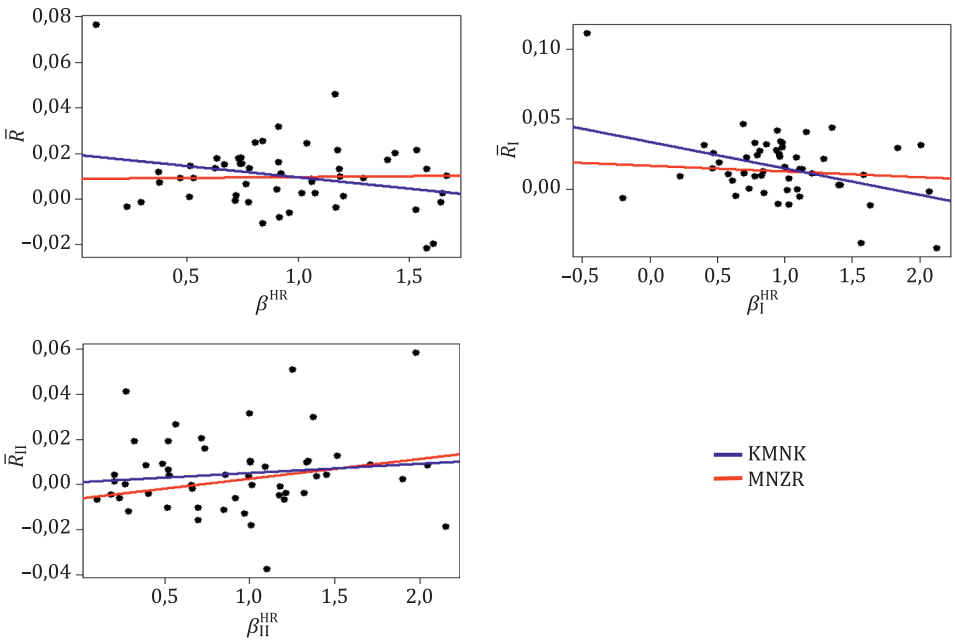
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.12. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{HR} + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012 – 2018	
λ_0	0,0089
λ_1	0,0007
Pierwszy podokres: I 2012 – VI 2015	
λ_0	0,0166
λ_1	-0,0040
Drugi podokres: VII 2015 – XII 2018	
λ_0	-0,0061
λ_1	0,0087

Uwagi: $\bar{R}_i \beta_i^{HR}$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.8. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.13. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{BL} + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0340	5,150	0,000*	0,163
λ_1	−0,0190	−3,125	0,003*	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0328	13,660	0,000*	0,696
λ_1	−0,0210	−10,700	0,000*	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	0,0180	5,244	0,000*	0,309
λ_1	−0,0150	−4,728	0,000*	

Uwagi: $\bar{R}_i \beta_i^{BL}$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberg dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

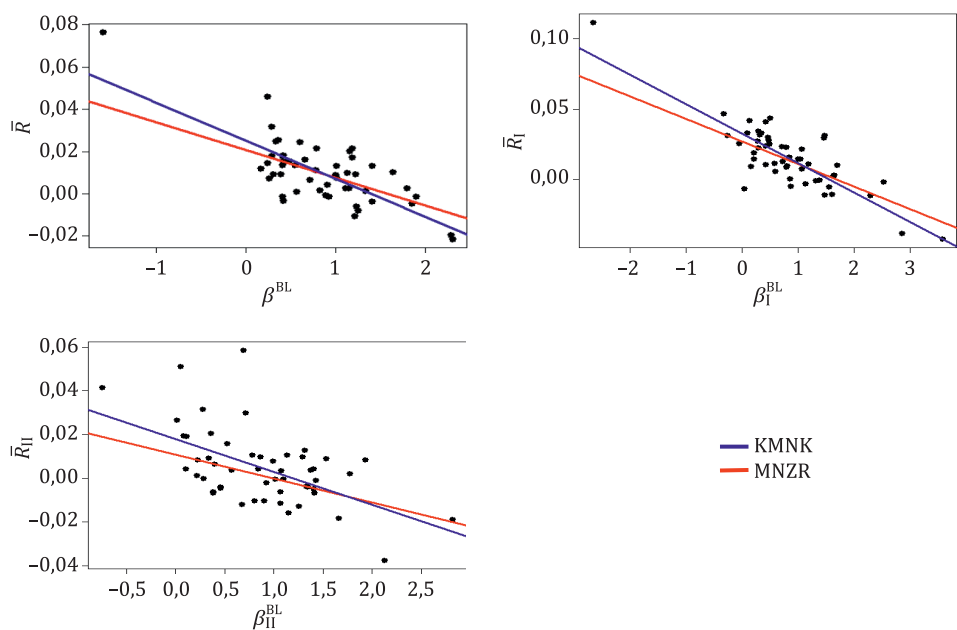
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.14. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{BL} + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012–2018	
λ_0	0,0208
λ_1	-0,0131
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015	
λ_0	0,0273
λ_1	-0,0160
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018	
λ_0	0,0109
λ_1	-0,0110

Uwagi: $\bar{R}_i \beta_i^{BL}$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberg dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.9. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne.

cie nadwyżek stóp zwrotu walorów ponad przeciętny poziom w okresach ujemnych nadwyżek rynkowych, czyli gdy $R_{Mt} - \bar{R}_M < 0$. Dolne ryzyko systematyczne wyrażone współczynnikami beta wg formuły Bawy-Lindenberga, tzn. ryzyko osiągnięcia nadwyżek stóp zwrotu walorów ponad stopę wolną od ryzyka, w sytuacji ujemnych nadwyżek rynkowych, czyli gdy $R_{Mt} - R_{ft} < 0$, nie charakteryzowało się dodatnią premią w żadnym z przyjętych okresów próby czasowej. Należy zaznaczyć, że oszacowania rynkowej premii za ryzyko otrzymane MNZR były we wszystkich równaniach wyższe od oszacowań otrzymanych KMNK. Szczególne różnice uwidaczniają się w całym okresie i podokresie pierwszym oraz dla współczynników β i β^{HR} . Związane jest to z występującymi obserwacjami nietypowymi ze względu na średnią stopę zwrotu i odpowiednią miarę ryzyka.

Testowanie modelu CAPM za pomocą regresji przekrojowych przeprowadzono również wyłącznie dla spółek surowcowych. Wyniki tych oszacowań przedstawiono w tabelach 3.7–3.12 oraz graficznie na rysunkach 3.10–3.12. Oceny premii za ryzyko wyrażone klasycznym współczynnikiem beta oraz dolnym współczynnikiem beta wg formuły Harlowa-Rao, w całym badanym okresie i pierwszym podokresie przyjmowały wartości odpowiednio dodatnie i ujemne, lecz statystycznie nieistotnie różniące się od zera.

Tabela 3.15. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \hat{\beta}_i + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0050	0,677	0,509	0,002
λ_1	0,0011	0,162	0,873	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0271	1,888	0,079***	0,123
λ_1	–0,0191	–1,400	0,183	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	–0,0164	–1,363	0,194	0,194
λ_1	0,0184	1,835	0,088***	

Uwagi: $\bar{R}_i, \hat{\beta}_i$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i klasyczny współczynnik beta dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

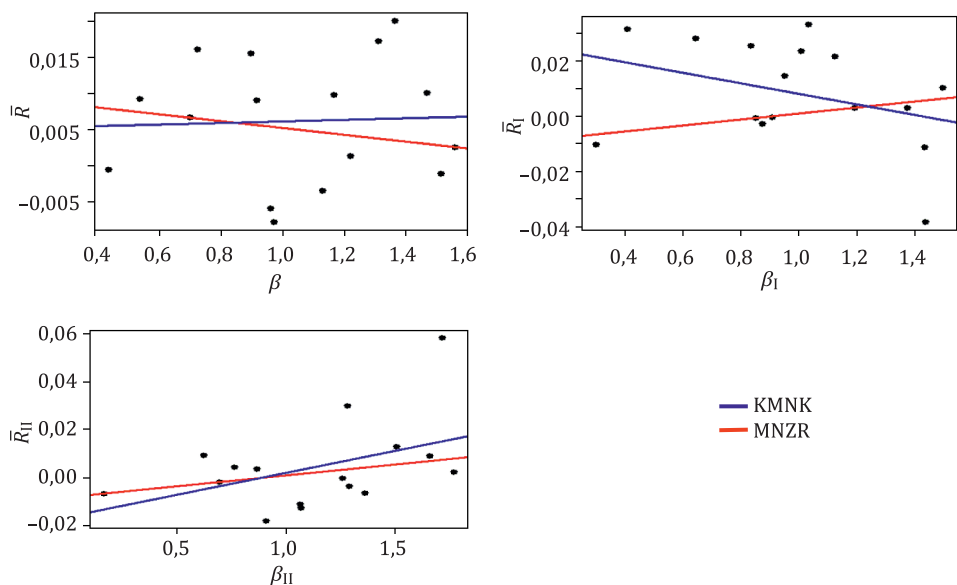
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.16. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \hat{\beta}_i + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012–2018	
λ_0	0,0099
λ_1	-0,0047
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015	
λ_0	-0,0100
λ_1	0,0107
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018	
λ_0	-0,0083
λ_1	0,0092

Uwagi: $\bar{R}_i, \hat{\beta}_i$ oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i klasyczny współczynnik beta dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.10. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z klasycznym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.17. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{HR} + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0045	0,593	0,562	0,004
λ_1	0,0015	0,234	0,818	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0459	3,186	0,007*	0,348
λ_1	-0,0337	-2,733	0,016**	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	-0,0181	-1,801	0,093***	0,296
λ_1	0,0200	2,424	0,029**	

Uwagi: $\bar{R}_i$, β_i^{HR} oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

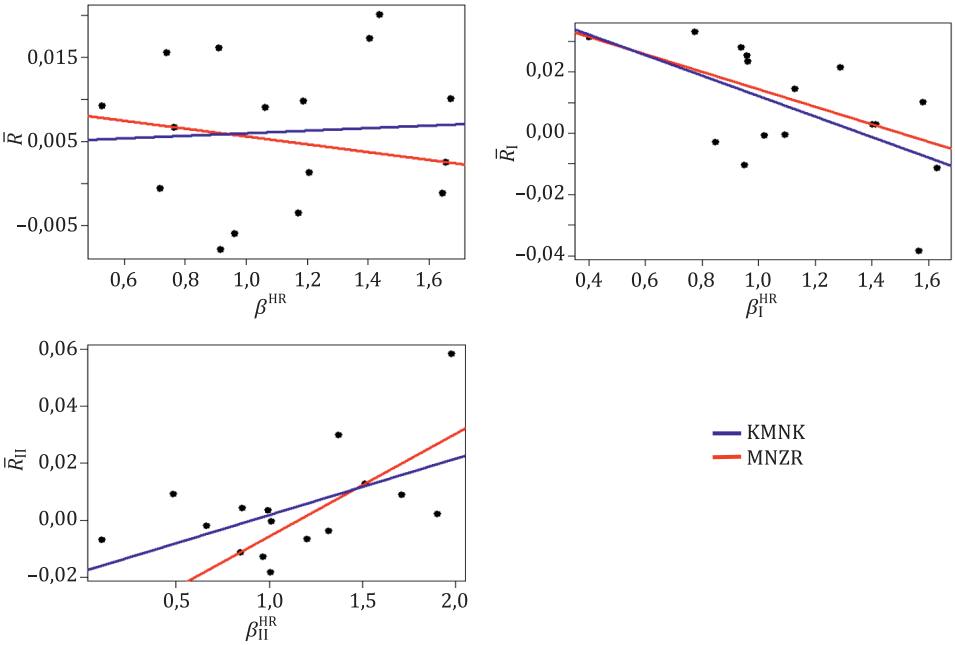
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.18. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{HR} + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012–2018	
λ_0	0,0102
λ_1	-0,0046
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015	
λ_0	0,0430
λ_1	-0,0029
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018	
λ_0	-0,0419
λ_1	0,0362

Uwagi: $\bar{R}_i$, β_i^{HR} oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Harlowa-Rao dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.11. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Tabela 3.19 Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{BL} + \eta_i$				
Parametr	Ocena parametru	Statystyka t	Wartość p	R^2
Całkowity okres próby: 2012–2018				
λ_0	0,0155	2,674	0,018**	0,175
λ_1	−0,0082	−1,724	0,107	
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				
λ_0	0,0347	9,449	0,000*	0,841
λ_1	−0,0222	−8,610	0,000*	
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018				
λ_0	0,0222	1,768	0,098***	0,143
λ_1	−0,0165	−1,529	0,148	

Uwagi: $\bar{R}_i$, β_i^{BL} oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberg dla danej spółki. Indeksy górne *, **, *** oznaczają istotność na poziomie równym odpowiednio 1%, 5% i 10%.

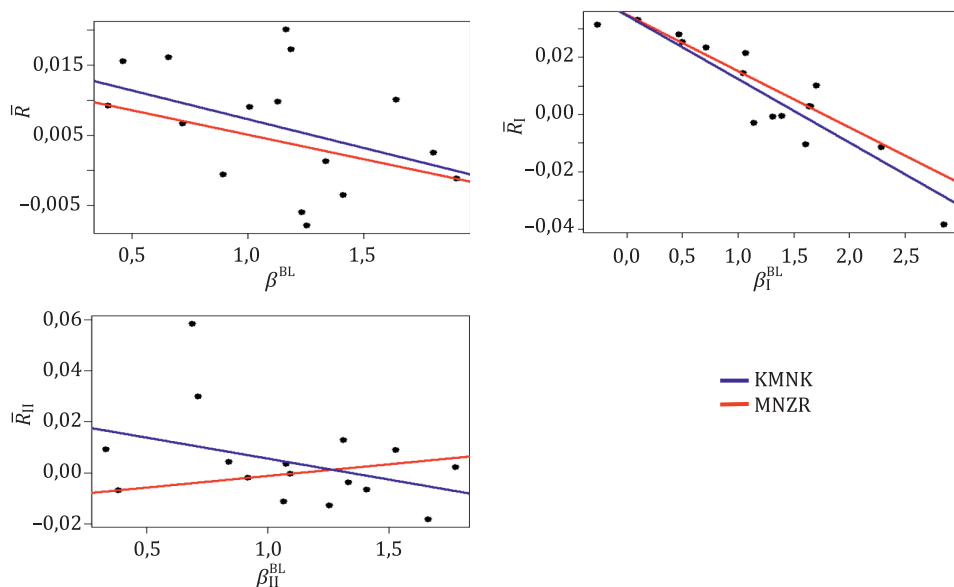
Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „stats”.

Tabela 3.20. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych

Model: $\bar{R}_i = \lambda_0 + \lambda_1 \beta_i^{BL} + \eta_i$	
Parametr	Ocena parametru
Całkowity okres próby: 2012–2018	
λ_0	0,0120
λ_1	-0,0069
Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015	
λ_0	0,0351
λ_1	-0,0197
Drugi podokres: VII 2015–XII 2018	
λ_0	-0,0103
λ_1	0,0091

Uwagi: $\bar{R}_i$, β_i^{BL} oznaczają odpowiednio średnią stopę zwrotu i dolny współczynnik beta wg formuły Bawy-Lindenberg dla danej spółki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „DepthProc”.



Rysunek 3.12. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach

Natomiast w podokresie drugim wartości tej premii były zgodne z postulatami modelu wyceny kapitału. W przypadku współczynnika β jako miary ryzyka, oceny rynkowej premii za ryzyko w grupie spółek surowcowych były dodatnie i wyniosły 1,84% i 0,92%, a dla dolnego współczynnika β^{HR} wyniosły 2% i 3,62%, zależnie od przyjętej metody estymacji. Parametr λ_1 oznaczający te premie był statystycznie istotny na poziomie 10% i 5%, odpowiednio dla współczynnika klasycznego i dolnego. Szacowne równania regresji w drugim 3,5-letnim podokresie wyjaśniają oczekiwane stopy zwrotu na poziomie 19,4% oraz 29,6%, odpowiednio dla współczynnika klasycznego i dolnego. Premie za ryzyko wywołane dolnym współczynnikiem β^{BL} , podobnie jak w przypadku wszystkich badanych spółek, przyjmowały zazwyczaj wartości ujemne i statystycznie nieistotne. Jedynie dodatnią wartość tej premii odnotowano w drugim podokresie, szacując parametry odporną metodą MNZR.

Wyniki oszacowań standardowych postaci modelu CAPM nie pozwalają na jednoznaczną ocenę efektywności w silnym sensie polskiego rynku kapitałowego. Inwestorzy tylko w jednym z podokresów byli wynagradzani dodatnią i statystycznie istotną premią za ryzyko rynkowe, wyrażone koniunkturą giełdową. Na szczególną uwagę zasługuje fakt istotnej wyceny ryzyka dolnego, wyrażonego dolnym współczynnikiem beta wg formuły

Harlowa-Rao¹⁴². Modele wykorzystujące tę miarę ryzyka wyjaśniają większą zmienność stóp zwrotu notowanych walorów niż modele z klasycznym współczynnikiem beta. Podsumowując, akcje spółek surowcowych generowały, przeciętnie rzecz biorąc, wyższe wartości premii za ryzyko rynku od premii otrzymanych z wykorzystaniem walorów należących do innych sektorów gospodarki.

3.4. Wykorzystanie miar zanurzania obserwacji w próbie w analizie ryzyka i zyskowności

W niniejszym rozdziale przedstawiona zostanie analiza badanych spółek ze względu na wartości średniej stopy zwrotu oraz wszystkich rodzajów współczynników beta wykorzystując miary zanurzania obserwacji w próbie.

Miary zanurzania sympleksowego Liu, które zostały wyznaczone dla każdej spółki zgodnie ze wzorem (67), pozwoliły na uporządkowanie spółek względem oddalenia od centralnego skupienia zbiorów dwuwymiarowych. Zauważyć można, że w każdym okresie oraz dla wszystkich zbiorów dwuwymiarowych spółce 11bit Studios SA (11B) odpowiada najniższa wartość miary zanurzania. W całym okresie oraz w pierwszym podokresie wartości średniej stopy zwrotu odpowiadające tej spółce osiągnęły najwyższe wartości, natomiast współczynniki beta-wartości najmniejsze, w porównaniu z pozostałymi spółkami. Kolejne miejsce ze względu na najniższą wartość miary zanurzania zajmują spółki CD PROJECT (CDR), CCC SA (CCC), CIGAMES SA (CIG) oraz GETIN Holding SA (GTN). Należy zaznaczyć, że żadna z wymienionych spółek nie należy do grupy spółek surowcowych. W latach 2012-2018 oraz w pierwszym podokresie dla spółki CIGAMES SA (CIG) zanotowano ujemną wartość średniej stopy zwrotu i klasycznego współczynnika beta oraz niską wartość β^{HR} .

Spółka CD PROJECT (CDR) charakteryzowała się w całym okresie wysoką wartością średniej stopy zwrotu oraz niską wartością β^{BL} . W przypadku spółki GETIN Holding SA (GTN) wartość średniej stopy zwrotu w całym okresie badawczym była ujemna (-2%), a dla spółki CCC SA (CCC) wartość tego wskaźnika była wysoka. Najwyższe wartości miary zanurzania w latach 2012-2018 odpowiadają spółkom PGHIG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN) i INGBSK ING Bank Śląski SA (ING). W podokresie pierwszym były to spółki MILLENIUM Bank Millenium SA (MIL) i PGHIG Pol-

¹⁴² Podobne wyniki zaobserwowano wykorzystując indeksy sektorowe na GPW w Warszawie. Wyniki te można znaleźć w pracy: L. Markowski, *Wycena aktywów kapitałowych w klasycznym i jednostronnym podejściu do ryzyka*, Wiadomości Statystyczne 65(11), 2019, s. 58-75.

Tabela 3.21. Wartości miar zanurzenia sympleksowego Liu dla badanych spółek

Spółka	Całkowity okres próby: 2012–2018		Pierwszy podokres: I 2012–VI 2015				Drugi podokres: VII 2015–XII 2018			
	Zbiory dwuwymiarowe dla których obliczana została wartość miary zanurzenia									
	$(\bar{R}_i, \beta_i)$	$(\beta^{HR}, \bar{R}_i)$	$(\beta^{BL}, \bar{R}_i)$	$(\beta_i, \bar{R}_i)$	$(\beta_i^{HR}, \bar{R}_i)$	$(\beta_i^{BL}, \bar{R}_i)$	$(\beta_{1i}, \bar{R}_{1i})$	$(\beta_{1i}^{HR}, \bar{R}_{1i})$	$(\beta_{1i}^{BL}, \bar{R}_{1i})$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11B	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	
ACP	0,128	0,109	0,111	0,119	0,112	0,115	0,191	0,161	0,134	
AMC	0,079	0,099	0,094	0,084	0,076	0,082	0,113	0,086	0,074	
ATT	0,223	0,255	0,250	0,086	0,073	0,064	0,076	0,086	0,083	
BDX	0,185	0,111	0,096	0,225	0,198	0,181	0,143	0,082	0,117	
BFT	0,094	0,123	0,124	0,159	0,191	0,184	0,102	0,140	0,147	
BHW	0,215	0,222	0,224	0,212	0,219	0,222	0,205	0,215	0,210	
BRS	0,167	0,174	0,174	0,170	0,121	0,124	0,211	0,278	0,277	
CAR	0,123	0,081	0,081	0,216	0,195	0,173	0,062	0,068	0,068	
CCC	0,074	0,058	0,060	0,118	0,129	0,130	0,080	0,060	0,060	
CDR	0,058	0,058	0,058	0,074	0,072	0,076	0,058	0,060	0,058	
CIE	0,248	0,214	0,209	0,128	0,124	0,116	0,258	0,249	0,270	
CIG	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,068	0,270	0,290	
CMR	0,238	0,171	0,183	0,257	0,232	0,243	0,247	0,208	0,188	
CPS	0,100	0,066	0,066	0,134	0,106	0,099	0,134	0,111	0,083	
DVL	0,202	0,168	0,168	0,242	0,091	0,078	0,242	0,227	0,237	
EAT	0,119	0,115	0,115	0,283	0,216	0,205	0,097	0,087	0,080	
ECH	0,097	0,064	0,064	0,134	0,105	0,113	0,146	0,064	0,058	
ENA	0,123	0,128	0,127	0,162	0,172	0,177	0,115	0,122	0,128	

cd. Tabela 3.21.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EUR	0,083	0,084	0,073	0,084	0,070	0,073	0,058	0,060	0,060
FMF	0,277	0,274	0,267	0,089	0,073	0,071	0,086	0,094	0,091
FTE	0,211	0,234	0,230	0,066	0,076	0,086	0,062	0,074	0,076
GPW	0,229	0,227	0,229	0,232	0,227	0,230	0,235	0,166	0,176
GTC	0,163	0,167	0,177	0,132	0,126	0,124	0,130	0,116	0,111
GTN	0,058	0,058	0,058	0,064	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058
ING	0,303	0,302	0,302	0,261	0,280	0,280	0,239	0,242	0,239
JSW	0,093	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058
KER	0,094	0,118	0,138	0,062	0,070	0,090	0,222	0,165	0,161
KGH	0,078	0,062	0,062	0,119	0,141	0,146	0,073	0,064	0,074
KRU	0,122	0,162	0,161	0,100	0,151	0,165	0,262	0,220	0,248
KTY	0,203	0,238	0,237	0,162	0,229	0,238	0,298	0,302	0,301
LPP	0,140	0,117	0,123	0,128	0,148	0,157	0,219	0,176	0,137
LTS	0,070	0,091	0,092	0,097	0,095	0,092	0,119	0,096	0,095
LWB	0,083	0,062	0,058	0,092	0,086	0,080	0,076	0,092	0,092
MAB	0,082	0,087	0,088	0,062	0,062	0,062	0,079	0,110	0,088
MBK	0,149	0,175	0,176	0,164	0,268	0,271	0,173	0,143	0,146
MIL	0,189	0,214	0,220	0,233	0,301	0,301	0,178	0,157	0,170
OPL	0,062	0,060	0,060	0,093	0,082	0,072	0,118	0,130	0,109
ORB	0,237	0,180	0,180	0,194	0,139	0,127	0,178	0,196	0,202
PEO	0,168	0,129	0,121	0,227	0,259	0,260	0,130	0,092	0,094
PGE	0,116	0,107	0,110	0,137	0,179	0,179	0,134	0,135	0,127
PGN	0,304	0,282	0,277	0,300	0,252	0,244	0,307	0,299	0,278

cd. Tabela 3.21.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PKN	0,115	0,112	0,109	0,175	0,148	0,143	0,098	0,098	0,091
PKO	0,252	0,257	0,255	0,196	0,117	0,114	0,219	0,251	0,251
PXM	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,060	0,224	0,144
PZU	0,101	0,079	0,079	0,279	0,252	0,253	0,058	0,058	0,058
SPL	0,285	0,274	0,280	0,217	0,203	0,201	0,213	0,171	0,173
STP	0,223	0,231	0,227	0,221	0,281	0,242	0,174	0,119	0,196
TPE	0,082	0,083	0,081	0,108	0,109	0,113	0,103	0,116	0,106
TRK	0,058	0,068	0,081	0,058	0,058	0,058	0,081	0,168	0,138
VRG	0,106	0,114	0,115	0,078	0,085	0,076	0,058	0,071	0,116
WWL	0,146	0,158	0,156	0,245	0,259	0,261	0,077	0,058	0,058

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakiecie „mrfdepth”.

Tabela 3.22. Szeregi rozdzielcze dla miar zanurzenia badanych spółek

Lp.	Przedział	Liczba spółek								
		$\eta_{\beta\bar{R}}$	$\eta_{\beta_I\bar{R}_I}$	$\eta_{\beta_{II}\bar{R}_{II}}$	$\eta_{\beta^{HR}\bar{R}}$	$\eta_{\beta_I^{HR}\bar{R}_I}$	$\eta_{\beta_{II}^{HR}\bar{R}_{II}}$	$\eta_{\beta^{BL}\bar{R}}$	$\eta_{\beta_I^{BL}\bar{R}_I}$	$\eta_{\beta_{II}^{BL}\bar{R}_{II}}$
1	<0,058; 0,100]	19	18	21	20	19	22	21	20	22
2	<0,100; 0,142]	11	11	10	11	11	9	10	9	10
3	<0,142; 0,184]	5	6	6	8	5	8	8	8	7
4	<0,184; 0,226]	8	7	7	3	6	5	3	4	4
5	<0,226; 0,268]	5	7	6	6	7	4	7	8	4
6	<0,268; 0,310]	4	3	2	4	4	4	3	3	5
Razem		52	52	52	52	52	52	52	52	52

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.23. Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzenia w przestrzeni średnia stopa zwrotu – klasyczny współczynnik beta

Numer przedziału	Przestrzeń dwuwymiarowa		
	$(\beta, \bar{R})$	$(\beta_I, \bar{R}_I)$	$(\beta_{II}, \bar{R}_{II})$
1	11B, AMC, BFT, CCC, CDR, CIG, ECH, EUR, GTN, JSW , KER , KGH , LTS , LWB , MAB, OPL, PXM, TPE , TRK	11B, AMC, ATT , CDR, CIG, EUR, FME, FTE, GTN, JSW , KER , LTS , LWB , MAB, OPL, PXM, TRK, VRG	11B, ATT , CAR, CCC, CDR, CIG, EAT, EUR, FME, FTE, GTN, JSW , KGH , LWB , MAB, PKN , PXM, PZU, TRK, VRG, WWL
2	ACP, CAR, CPS, EAT, ENA , KRU, LPP, PGE , PKN , PZU, VRG	ACP, CCC, CIE , CPS, ECH, GTC, KGH , KRU, LPP, PGE , TPE	AMC, BFT, CPS, ENA , GTC, LTS , OPL, PEO, PGE , TPE
3	BRS , GTC, MBK, PEO, WWL	BFT, BRS , ENA , KTY , MBK, PKN	BDX, ECH, MBK, MIL, ORB, STP
4	ATT , BDX, BHW, DVL, FTE, KTY , MIL, STP	BDX, BHW, CAR, ORB, PKO, SPL, STP	ACP, BHW, BRS , KER , LPP, PKO, SPL
5	CIE , CMR, GPW, ORB, PKO	CMR, DVL, GPW, ING, MIL, PEO, WWL	CIE , CMR, DVL, GPW, ING, KRU
6	FME, ING, PGN , SPL	EAT, PGN , PZU	KTY , PGN

Uwagi: w tabeli wytłuszczonym drukiem zaznaczono spółki surowcowe.

Źródło: opracowanie własne.

skie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN), natomiast w drugim podokresie spółki KETY Grupa Kęty SA (KTY) oraz PGHIG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN). Wymienione spółki są położone najbardziej centralnie w rozważanych zbiorach danych, wyznaczają one dwuwymiarowe wektory medianowe. Można przyjąć, że średnia stopa zwrotu oraz

Tabela 3.24. Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzenia

Numer przedziału	Przestrzeń dwuwymiarowa		
	$(\beta^{HR}, \bar{R})$	$(\beta_{\{^H\}}^{HR}, \bar{R}_I)$	$(\beta_{\Pi}^{HR}, \bar{R}_{\Pi})$
1	11B, AMC, CAR, CCC, CDR, CIG, CPS, ECH, EUR, GTN, JSW, KGH, LTS, LWB , MAB, OPL, PXM, PZU, TPE , TRK	11B, AMC, ATT , CDR, CIG, DVL, EUR, FME, FTE, GTN, JSW, KER, LTS, LWB , MAB, OPL, PXM, TRK, VRG	11B, AMC, ATT , BDX, CAR, CCC, CDR, EAT, ECH, EUR, FME, FTE, GTN, JSW, KGH, LTS, LWB , PEO, PKN , PZU, VRG, WWL
2	ACP, BDX, BFT, EAT, ENA, KER , LPP, PEO, PGE, PKN , VRG	ACP, BRS , CCC, CIE , CPS, ECH, GTC, KGH , ORB, PKO, TPE	BFT, CPS, ENA , GTC, MAB, OPL, PGE, STP, TPE
3	BRS , CMR, DVL, GTC, KRU, MBK, ORB, WWL	ENA , KRU, LPP, PGE, PKN	ACP, GPW, KER , LPP, MBK, MIL, SPL, TRK
4	BHW, CIE , MIL	BDX, BFT, BHW, CAR, EAT, SPL	BHW, CMR, KRU, ORB, PXM
5	ATT , FTE, GPW, KTY , PKO, STP	CMR, GPW, KTY , PEO, PGN , PZU, WWL	CIE , DVL, ING, PKO
6	FME, ING, PGN , SPL	ING, MBK, MIL, STP	BRS , CIG, KTY, PGN

Uwagi: w tabeli wytłuszczonym drukiem zaznaczono spółki surowcowe.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.25 Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzenia

Numer przedziału	Przestrzeń dwuwymiarowa		
	$(\beta^{HR}, \bar{R})$	$(\beta_{\{^H\}}^{HR}, \bar{R}_I)$	$(\beta_{\Pi}^{HR}, \bar{R}_{\Pi})$
1	11B, AMC, BDX, CAR, CCC, CDR, CIG, CPS, ECH, EUR, GTN, JSW, KGH, LTS, LWB , MAB, OPL, PXM, PZU, TPE , TRK	11B, AMC, ATT , CDR, CIG, CPS, DVL, EUR, FME, FTE, GTN, JSW, KER, LTS, LWB , MAB, OPL, PXM, TRK, VRG	11B, AMC, ATT , CAR, CCC, CDR, CPS, EAT, ECH, EUR, FME, FTE, GTN, JSW, KGH, LTS, LWB , MAB, PEO, PKN , PZU, WWL
2	ACP, BFT, EAT, ENA, KER , LPP, PEO, PGE, PKN , VRG	ACP, BRS , CCC, CIE , ECH, GTC, ORB, PKO, TPE	ACP, BDX, ENA , GTC, LPP, OPL, PGE, TPE , TRK, VRG
3	BRS , CMR, DVL, GTC, KRU, MBK, ORB, WWL	BDX, CAR, ENA, KGH , KRU, LPP, PGE, PKN	BFT, GPW, KER , MBK, MIL, PXM, SPL
4	BHW, CIE , MIL	BFT, BHW, EAT, SPL	BHW, CMR, ORB, STP
5	ATT , FME, FTE, GPW, KTY , PKO, STP	CMR, GPW, KTY , PEO, PGN , PZU, STP, WWL	DVL, ING, KRU, PKO
6	ING, PGN , SPL	ING, MBK, MIL	BRS, CIE, CIG, KTY, PGN

Uwagi: w tabeli wytłuszczonym drukiem zaznaczono spółki surowcowe.

Źródło: opracowanie własne.

współczynniki β , β^{HR} , β^{BL} osiągnęły w odpowiednich okresach dla danych spółek najbardziej typowe wartości.

W celu wyeliminowania różnic pomiędzy wartościami miar zanurzenia pogrupowano spółki w szeregi rozdzielcze, według odpowiadających im wartości tej miary.

W tabelach 3.22–3.25 zamieszczono szeregi rozdzielcze dla miar zanurzenia, liczbę i trzyliterowe skróty nazw spółek przypisanych do danego przedziału. Najwięcej spółek należy do przedziału pierwszego, co przemawia za asymetrią prawostronną. Może to świadczyć o znacznym zróżnicowaniu wartości analizowanych wskaźników wśród badanych spółek.

Spółki surowcowe JSW Jastrzębska Grupa Węglowa SA (JSW) i BOGDANKA Lubelski Węgiel SA (LWB) w każdym badanym okresie dla wszystkich dwuwymiarowych zbiorów danych (w układzie średnia stopa zwrotu i wybrany współczynnik beta) należały do pierwszego przedziału. Były to spółki najbardziej lub najmniej zyskowe oraz spółki najbezpieczniejsze lub obciążone największym ryzykiem. W większości analizowanych zbiorów dwuwymiarowych spółka PGNiG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN) należy do przedziału klasowego z najwyższymi wartościami miary zanurzenia. Cechuje się ona centralnymi wartościami średniej stopy zwrotu oraz wszystkich rodzajów współczynników beta we wszystkich rozważanych okresach. Liczna grupa spółek surowcowych Grupa Azoty SA (ATT), Boryszew SA (BRS), Ciech SA (CIE), Grupa Kęty (KTY), Stalprodukt SA (STP) funkcjonujących na rynku surowców przemysłowych również osiąga wartości miar zanurzenia, wskazujące na przynależność tych spółek do walorów najbardziej centralnych w przestrzeni dwuwymiarowej ryzyko–dochód. Umieszczenie się spółki wewnątrz centrum próby daje największe prawdopodobieństwo właściwej, zgodnej z modelem CAPM, wyceny tej spółki. Relacja przeciętnej stopy zwrotu takiego waloru w stosunku do osiąganego ryzyka systematycznego, wyrażonego współczynnikami beta, ma największą szansę być zbliżona do prawdziwej premii za ryzyko dla danego rynku kapitałowego. Inwestowanie w walor położony centralnie zapewnia inwestorowi osiągnięcie efektywności inwestycji na poziomie typowym dla danego rynku kapitałowego. Należy zaznaczyć, że podobieństwo umiejscowienia poszczególnego waloru w danym przedziale miar zanurzenia jest większe w przestrzeni wyznaczonej przez średnie stopy zwrotu i dolne współczynniki β^{HR} , β^{BL} niż między przestrzeniami z wykorzystaniem klasycznego współczynnika beta.

Zakończenie

Podsumowując drugą część publikacji z punktu widzenia postawionego na wstępie celu oraz sformułowanej tezy należy stwierdzić, że ryzyko przedsiębiorstwa związanego z rynkami *commodities* może być odzwierciedlone w sytuacji finansowej firmy. Bezpośrednimi miernikami tego ryzyka jest rentowność, płynność finansowa oraz poziom zadłużenia przedsiębiorstwa. Źródłem ryzyka jest w tym wypadku zmiana wielkości przychodów ze sprzedaży, zmiana wielkości kosztów oraz zmiana wielkości przepływów pieniężnych. Jest to podejście mikroekonomiczne do ryzyka, a jego kluczowym aspektem jest wyodrębnienie takich obszarów w przedsiębiorstwie, w przypadku których istnieje wysokie prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzeń ryzykownych. Przyjmując jednak szerszy punkt widzenia można stwierdzić, że kwestia sytuacji finansowej, zwłaszcza w wymiarze długoterminowym, w dużej mierze wpływa na wartość przedsiębiorstwa, co określane jest mianem fundamentów.

Biorąc pod uwagę notowania spółek (wartość rynkową) i związane z nimi ryzyko inwestycyjne, odniesiono się do szerszego przejawu wpływu ryzyka rynków *commodities* na ryzyko spółek. W ramach tej zależności identyfikacja wpływu związana jest z jednej strony z sytuacją finansową (fundamentami) danej spółki, z drugiej strony uwzględnia również oddziaływanie informacji napływających z rynków, w tym z rynków *commodities* na decyzje inwestorów.

Analizę ryzyka inwestycyjnego w odniesieniu do akcji spółek *commodities* i spółek z innych sektorów wykonano w dwóch podejściach. Pierwsze oparte było na klasycznych założeniach odnośnie do rynku kapitałowego oraz co do racjonalności inwestora, który podejmuje decyzje oparte na oczekiwanej stopie zwrotu i ryzyko wyrażone wariancją stopy zwrotu. Drugie podejście, dolne, podtrzymujące znaczną część założeń odnośnie do rynku i transakcji na nim dokonywanych, zmienia klasyczne postrzeganie ryzyka. Opisuje ono bowiem wielkość ryzyka związaną z możliwością osiągnięcia stóp zwrotu tylko poniżej założonego progu, pomijając odchylenia ponad założoną przez inwestora stopę zwrotu. Wstępna analiza rozkładów stóp zwrotu akcji badanych spółek wskazała, że ponad jedna trzecia analizowa-

nnych walorów charakteryzowała się asymetrycznymi rozkładami stóp zwrotu, co sugeruje użycie w ocenie inwestycji innych niż klasyczne miary ryzyka. Wyniki te potwierdziły zatem, że dobrymi miarami w tej sytuacji wydają się miary bazujące na dolnych momentach cząstkowych, które wykorzystane zostały w niniejszej pracy. Badanie rozkładów oczekiwanych stóp zwrotu i miar ryzyka pokazało, że spółki funkcjonujące w sektorze surowcowym obarczone są wyższym ryzykiem w stosunku do spółek z innych sektorów, co jest widoczne zwłaszcza w kontekście ryzyka systematycznego. Jednocześnie spółki surowcowe charakteryzują się przeciętnie niższymi oczekiwanymi stopami zwrotu, w przeciwieństwie do spółek niesurowcowych, co pozwala traktować je jako inwestycje mniej atrakcyjne.

Ponadto, w pracy dokonano oszacowań premii za ryzyko, testując jednocześnie standardową postać modelu CAPM, zarówno w wersji klasycznej, jak i dolnej. Postawione hipotezy odnosiły się do weryfikacji dodatniej i liniowej zależności między oczekiwanymi stopami zwrotu a ryzykiem systematycznym, w postaci klasycznych i dolnych współczynników beta. Zweryfikowano również tezę, że pomimo teoretycznej słuszności modelu wyceny kapitału, empiryczna wartość premii rynkowej jest zależna od zbioru walorów, na podstawie których oszacowano równanie linii rynku papierów wartościowych. Estymacja wyspecyfikowanych funkcji regresji dokonana została za pomocą KMNK oraz metodą MNZR opartą na koncepcji zanurzania obserwacji w próbie. Analizy, z użyciem spółek ze wszystkich badanych sektorów, nie potwierdziły postulatów modelu CAPM. Premie za ryzyko były w całym okresie i w jednym z podokresów ujemne oraz w jednym podokresie dodatnie lecz statystycznie nieistotne. Jednakże oszacowania linii rynku papierów wartościowych w drugim podokresie badawczym tylko dla spółek surowcowych wskazują na fakt, że klasyczny i dolny współczynnik beta są istotnymi czynnikami ryzyka systematycznego, generującymi dodatnią premię za ryzyko koniunktury giełdowej. Należy dodać, że wielkość premii za ryzyko dolne jest wyższa niż w przypadku klasycznego współczynnika beta.

Spółki sektora surowcowego (szczegółowy wykaz w aneksie) stanowią relatywnie wysoką liczebnie reprezentację w centralnym skupieniu zbiorów dwuwymiarowych, zwłaszcza w przestrzeni średnia stopa zwrotu – dolny współczynnik beta. Oznacza to, że walory te zapewniają inwestorowi osiągnięcie efektywności inwestycji na poziomie typowym dla polskiego rynku kapitałowego.

Wyniki badań empirycznych razem z teoretyczną oceną wpływu ryzyka *commodities* na kondycję finansową spółek stanowią przykład zindywidualizowanego podejścia do problemu oddziaływania ryzyka *commodities* na podmioty gospodarcze. Takie ujęcie problematyki ryzyka inwestycyjnego oraz kondycji finansowej jest wstępem do pogłębionych badań nad wpływem

ryzyka *commodities* na działalność przedsiębiorstw. Jest to również poszerzenie rozważań zawartych w pierwszej części publikacji, odnoszących się do związków pomiędzy ryzykiem instytucji finansowych a ryzykiem przedsiębiorstw w kontekście wprowadzania do systemów zarządzania ryzykiem wyspecjalizowanego ujęcia ryzyka *commodities*. Tym samym wpisuje się w sformułowaną tezę, że ryzyko rynków *commodities* stało się elementem decydującym o skutecznym zarządzaniu ryzykiem przez instytucje finansowe i niefinansowe.

Bibliografia

- Adamska A., *Rola i zadania dyrektora finansowego*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- Arrow K., *Eseje z teorii ryzyka*, PWN, Warszawa 1979.
- Barucci E, Fontana C., *Financial Markets Theory. Equilibrium, Efficiency and Information*, Springer 2017.
- Bawa V.S., Lindenberg E.B., *Capital Market Equilibrium in a Mean-Lower Partial Moment Framework*, Journal of Financial Economics 5, 1977.
- Bednarski B., Baryś A., *Wpływ zarządzania ryzykiem finansowym na wartość firmy: analiza teoretycznych przesłanek wpływu zarządzania ryzykiem na wartość firmy*, Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica 209, 2007.
- Bennett D., *Ryzyko walutowe – instrumenty i strategie zabezpieczające*, Wyd. ABC, Warszawa 2000.
- Black A., Wright P., Bachman J., *W poszukiwaniu wartości dla akcjonariuszy*, Oficyna Ekonomiczna Grupa Wolters Kluwer, Kraków 2000.
- Black F., *Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing*, The Journal of Business 45(3), 1972.
- Chen N., Roll R., Ross S., *Economic Forces and the Stock Market*, The Journal of Business 59/3, 1986.
- Coombs C.H., Dawes R. M., Tversky A., *Wprowadzenie do psychologii matematycznej*, PWN, Warszawa 1977.
- Damodaran A. *Value Creation and Enhancement: Back to the Future*, Damodaran, NYU Working Paper No. FIN-99-018.
- Deloitte, *Commodity Price Risk Management. A manual of hedging commodity price risk for corporates*, 2018; <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/risk/in-risk-overview-of-commodity-noexp.pdf>.
- Demir H., Bostanci B., *Decision-support analysis for risk management*, African Journal of Business Management 4(8), 2010.
- Dębski W., *Rynek finansowy i jego mechanizmy*, PWN, Warszawa 2001.
- Domański C. K., Jędrzejczak A., *Testy zgodności oparte na momentach*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska L, 4, 2016, Sectio H.
- Doumpos M., Zopounidis C., *Multicriteria Analysis in Finance*, Springer 2014.
- Eftekhari B., Pedersen C., Satchell E., *On the volatility of measures of financial risk: an investigation using returns from European markets*, The European Journal of Finance 6, 2000.
- Elton E.J., Gruber M.J., *Nowoczesna Teoria Portfelowa i Analiza Papierów Wartościowych*, Wig-Press, Warszawa, 1998.

- Estrada J., *Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM*, Emerging Markets Review 4, 2002, 4.
- Federal Reserve Bank of Chicago, *Understanding Derivatives: Markets and Infrastructure*, 2015.
- Fishburn P., *Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns*, The American Economic Review, march 1977.
- Forlicz S., *Niedoskonała wiedza podmiotów rynkowych*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2001.
- Gluzicka A., *Wybrane metody dywersyfikacji portfeli inwestycyjnych*, Wyd. UE, Katowice 2018.
- Grabowska M., *Zarządzanie płynnością finansową przedsiębiorstw*, Wyd. CeDeWu, Warszawa 2012.
- Grzybowski W., *Przedsiębiorczość, niepewność, zysk*, UMCS, Lublin 1995.
- Guide to managing commodity risk*, CPA Australia, 2012.
- Gwizdała J., *Pochodne instrumenty finansowe w zarządzaniu ryzykiem w bankach korporacyjnych*, Zarządzanie i Finanse 4/4, 2013.
- Hajduk A., *Czynniki kształtujące strukturę kapitału w świetle dotychczasowych badań empirycznych na polskim rynku*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 553, 2018.
- Harlow W.V., Rao R.K.S., *Asset pricing in a generalized mean-lower partial moment framework: theory and evidence*, Journal of Financial and Quantitative Analysis 24(3), 1989.
- Haugen R.A., *Teoria Nowoczesnego Inwestowania*, WIG-Press, Warszawa 1996.
- Hogan W., Warren J., *Toward the development of an equilibrium capital-market model based on semivariance*, Journal of Financial Quantitative Analysis 9, 1974.
- Hubert M., Rousseeuw P., *The Catline for Deep Regression*, Journal of Multivariate Analysis 66, 1998.
- Ihsan H., Rashid A., *Exchange Rate Exposure and Firm Value, An Assessment of Domestic Versus Multinational Firms*, The Lahore Journal of Economics 23(1), 2018.
- Ihsan H., Rashid A., *Exchange Rate Exposure and Firm Value: An Assessment of Domestic Versus Multinational Firms*, The Lahore Journal of Economics 23:1, 2018.
- Islam M., Chakraborti J., *Futures and forward contracts as a route of hedging the risk*, Risk Governance & Control: Financial Market & Institutions 5/4, 2015.
- Jajuga K. (red.), *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, Wyd. Nauk. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000.
- Jajuga K. (red.), *Zarządzanie ryzykiem*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.
- Jajuga K., Jajuga T., *Inwestycje. Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.
- Jajuga K., Jajuga T., *Inwestycje*, PWN, Warszawa 1997.
- Jurek W., *Konstrukcja i analiza portfela papierów wartościowych o zmiennym dochodzie*, Wyd. AE, Poznań, 2001.
- Kakilli S. Acaravci, *The determinats of Capital Structure: Evidence from the Turkish Manufactring Sector*, International Journal of Economics and Financial Issues 5/1, 2015.
- Kilicarslan Z., *Determinants of exchange rate volotality: empirical evidence for Turkey*, Journal of Economics, Finance and Accounting 5/2, 2008.

- King B., *Market and Industry Factors in Stock Price Behavior*, Journal of Business 39, 1966, 39.
- Knight F., *Risk uncertainty and profit*, London 1921.
- Kobylińska M., *Comparison of selected criteria for determination of the measure of depth of an observation in a two-dimensional sample*, Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica 196, 2006.
- Kobylińska M., *Metoda zanurzania regresji w przypadku wstępowania obserwacji nietypowych*, Metody Ilościowe w Badaniu Zjawisk Ekonomicznych XX/2, 2019.
- Kohlscheen E., Avalos F., Schrimpf A., *When the Walk Is Not Random: Commodity Prices and Exchange Rates*, International Journal of Central Banking 13/2, 2017.
- Kosiorowski D., *Statystyczne funkcje głębi w odpornej analizie ekonomicznej*, Wyd. UE, Kraków 2012.
- Krzemienowski A., Ogryczak W., *Warunkowa wartość zagrożona jako miara ryzyka w optymalizacji portfela inwestycyjnego – cz. I. Model programowania liniowego*. Rynek Terminowy 4, 2002.
- Krzemienowski A., *Warunkowa wartość zagrożona jako miara ryzyka w optymalizacji portfela inwestycyjnego – cz. II. Analiza skuteczności na GPW*, Rynek Terminowy 1, 2003.
- Ksendzuck V., *System zarządzania ryzykiem walutowym jako podstawa skutecznej kooperacji przedsiębiorstw w układzie globalnym – uwagi do problemu*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu 76/5, 2017.
- Kutty G., *The relationship between exchange rates and stock prices: the case of Mexico*, North American Journal of Finance and Banking Research 4/4, 2010.
- Kuziak K., *Pomiar ryzyka przedsiębiorstwa. Modele pomiaru i ich ryzyko*, Wyd. UE, Wrocław 2011.
- Lintner J., *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets*, Review of Economics and Statistics 47, 1965.
- Liu R.Y., Parelius J. M., Singh K. *Multivariate Analysis by Data Depth: Descriptive Statistics, Graphics and Inference*, The Annals of Statistics, 1990, 27, 783-858.
- Liu R.Y., *On a Notion of Data Depth Based on Random Simplices*, The Annals of Statistics 18, 1990.
- Łuczak J., A. Matuszak-Flejszman, *Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy*, Quality Progress, Poznań 2007.
- Managing commodity price risk in commodity dependent developing countries*. United Nations Conference on Trade and Development. United Nations. Geneva 2019, TD/B/C.I/MEM.2/46; https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/cimem2d46_en.pdf.
- Mansini R., Ogryczak W., Speranza M., *LP Solvable Models for Portfolio Optimization: A Classification and Computational Comparison*, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001, Raport 01-25.
- Mao J.C.T., Särndal C.E., *A Decision Theory Approach to Portfolio Selection*, Management Science 12(8), 1966, Series B.
- Marciniak Z., *Zarządzanie wartością i ryzykiem przy wykorzystaniu instrumentów pochodnych*, SGH, Warszawa 2001.
- Markowitz H., *Portfolio selection*. Journal of Finance 7, 1952.

- Markowitz H., *Portfolio selection: efficient diversification of investments*, John Wiley and Sons, New York 1959.
- Markowitz H., *Portfolio selection: efficient diversification of investments*, Blackwell, Malden, Massachusetts 1991.
- Markowski L., *The Relationships Between Beta Coefficients in the Classical and Downside Framework: Evidence from Warsaw Stock Exchange*, [w:] K. Jajuga, H. Locarek-Junge, L.T. Orłowski (eds), *Contemporary Trends and Challenges in Finance: Proceedings from the 4th Wrocław International Conference in Finance*, Cham: Springer 2018.
- Markowski L., *Wycena aktywów kapitałowych w klasycznym i jednostronnym podejściu do ryzyka*, *Wiadomości Statystyczne* 65(11), 2019.
- Mayo H., *Wstęp do inwestowania*, K.E. Liber, Warszawa 1997.
- McLeay S., Grambovas C., *Corporate value, corporate earnings and exchange rates: an analysis of the Eurozone*, *The Irish Accounting Review* 13, 2006, Special Issue.
- Miciuła I., *Klasyfikacja strategii i instrumentów zarządzania ryzykiem walutowym w przedsiębiorstwie*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 690, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* 51, 2012.
- Mossin J., *Equilibrium in a Capital Asset Market*, *Econometrica* 1966.
- Mossin J., *Theory of Financial Markets*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New York 1973.
- Nagaj R., *Ryzyko kursowe w działalności przedsiębiorstw w Polsce*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania* 32, 2013, t. 1 Problemy współczesnej ekonomii.
- Nawrocki D., *A brief history of downside risk measures*, *Journal of Investing* 8/3, 1999.
- Nawrocki D., Stamples K., *A customized LPM risk measure for portfolio analysis*, *Applied Economics* 21, 1989.
- Newmann P., Miltgate M., Eatwell J., *The New Palgrave Dictionary of Money & Finance*, MacMillan, New York 1992.
- Okoń S., Matłoka M., Kaszkowiak A., *Zarządzanie ryzykiem walutowym*, Wyd. Helion, Gliwice 2009.
- Olejnik A., *Sposoby i strategie ograniczania i zabezpieczania ryzyka walutowego za pomocą opcji walutowych w Polsce i na świecie*, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica* 218, 2008.
- Ostaszewski J. (red.), *Finanse*, Difin, Warszawa 2010.
- Ostaszewski J., *Kapitał obrotowy netto w przedsiębiorstwie i metody jego pomiaru*, [w:] J. Ostaszewski (red.), *O nowy ład finansowy w Polsce. Rekomendacje dla animatorów życia gospodarczego*, SGH, Warszawa 2015.
- Parlak D., İlhan H., *Foreign exchange risk and financial performance: the case of Turkey*, *International Review of Economics and Management* 4/2, 2016.
- Pirrong C., *The economics of commodity market manipulation: A survey*, *Journal of Commodity Markets* 5, 2017.
- Porter B., *Semivariance and stochastic dominance: a comparison*, *American Economic Review* 64(1), 1974.
- Raport Zintegrowany Grupy ORLEN 2016.
- Raport Zintegrowany Grupy ORLEN 2018.

- Reilly F., Brown K., *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, PWE, Warszawa 2001.
- Ritchie J., *Analiza fundamentalna*. WIG-Press, Warszawa 1997.
- Rosenberg B., *Extra-market components of covariance in security returns*, „Journal of Financial and Quantitative Analysis” 1974.
- Rousseeuw P., Hubert M., *Regression Depth*, Journal of the American Statistical Association 94, 1999.
- Roy A., *Safety first and holding of assets*, Econometrica 20(3), 1952.
- Rutkowska-Ziarko A., Markowski L., Pyke C., *Accounting Beta in the Extended Version of CAPM*, Jajuga K., Locarek-Junge H., Orłowski L., Staehr K. (eds), *Contemporary Trends and Challenges in Finance. Springer Proceedings in Business and Economics*, Springer, Cham 2019.
- Rutkowska-Ziarko A., Garsztka P., *Diversification of risk of a fundamental portfolio based on semi-variance*, Poznań University of Economics Review 14/2, 2014.
- Rutkowska-Ziarko A., Pyke C., *The development of downside accounting beta as a measure of risk*, Economics and Business Review 3(17)/4, 2017.
- Rymarczyk J. *Hedging w zarządzaniu ryzykiem finansowym w korporacjach transnarodowych przemysłu wydobywczego*, Studia Prawno-Ekonomiczne CVI, 2018.
- Sharpe W.F., *A Simplified Model of Portfolio Analysis*, Management Science t. 1, 1963.
- Sharpe W.F., *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*, Journal of Finance 1964.
- Sharpe W.F., *Mutual Fund Performance*, The Journal of Business 1966.
- Shin H.H., Soenen L., *Exposure to currency risk by US multinational corporation*, Journal of Multinational Financial Management 9, 1999.
- Sierpińska M., Rzeszowski P., *Determinanty płynności finansowej w przemyśle metalurgicznym*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 50, 689, 2012.
- Sinha S. *Operating Leverage Analysis – A Conceptual Framework*, IOSR Journal of Business and Management 3/2, 2012.
- Sinn H.W., *Economic Decisions under Uncertainty*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1983.
- Smales L.A., *Commodity market volatility in the presence of U.S. and Chinese macro-economic news*, Journal of Commodity Markets 7, 2017.
- Söhnke M. Bartram 2001, *Corporate Risk Management as a Lever for Shareholder Value Creation*, VBS Finance Group Research Paper 10, 2001.
- Söhnke M. Bartram, *The Impact of Commodity Price Risk on Firm Value – An Empirical Analysis of Corporate Commodity Price Exposures*, Multinational Finance Journal 9, 3/4, 2005.
- Sortino F., Satchell S., *Managing downside risk in financial markets: theory, practice and implementation*. Butterworth – Heinemann Oxford 2001.
- Stanisz A., *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny*, t. II, StatSoft Polska, Kraków 2000.
- Straffin, P.D., *Teoria Gier* Wyd. Nauk. Scholar, Warszawa 2001.
- Szapiro T., *Co decyduje o decyzji*, PWN, Warszawa 1993.
- Szczepankowski P., *Wycena i zarządzanie wartością przedsiębiorstwa*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.

- Szczepański J., Szyszko L. (red.), *Finanse przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2007.
- Szydłowski, K. *Wpływ polityki monetarnej na strukturę kapitałową przedsiębiorstw w Polsce*, [w:] S. Wieteska, I.D. Czechowska (red.), *Granice finansów XXI wieku. Bankowość i ubezpieczenia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2017.
- Tarczyński W., Mojsiewicz M, *Zarządzanie ryzykiem*, PWE, Warszawa 2001.
- Tobin J., *Liquidity Preference as Behavior Towards Risk*, Review of Economic Studies 1958.
- Toews G., Naumov A.. *The Relationship Between Oil Price and Costs in the Oil and Gas Industry*, OxCarre Research Paper 152, Department of Economics, Oxcarre, Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies.
- Triki T., *Research on Corporate Hedging Theories: A Critical Review of the Evidence to Date*, Working Paper HEC, 4–5 June 2005.
- Tukey J., *Mathematics and the picturing of data*, Proceedings of the International Congress of Mathematicians 2, Vancouver 1975.
- Tulsian M. *Profitability analysis (A comparative study of SAIL & TATA steel*, IOSR Journal of Economic and Finance 3/2, Ver. I, 2014.
- Tymoczko I., *Sposoby zabezpieczenia się polskich przedsiębiorstw niefinansowych przed ryzykiem kursowym*, Bank i Kredyt 40(3), 2009.
- Tyszka T., *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji*, PWN, Warszawa 1986.
- Unser M., *Lower partial moments as measure of perceived risk: an experimental study*, Journal of Economic Psychology 21, 2000.
- Ustawa z 29 września 1994 r. o rachunkowości, Dz.U. z 1994 r., Nr 121, poz. 591.
- Ustawa z 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych, Dz.U. z 1992 r., Nr 21, poz. 86.
- Neumann J. von, Morgenstern O., *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, New York 1947.
- Wagner W., Kobylińska M., *Przegląd metod wyznaczania miar zanurzenia w próbie dwuwymiarowej*, Przegląd Statystyczny 49/4, 2002.
- Walesiak M., Gatnar E., *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2009.
- Walczak M. (red.), *Analiza w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem*, Difin, Warszawa 2007.
- Weron A., Weron R., *Inżynieria finansowa*, Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa 1998.
- Wędzki D. *Strategie płynności finansowej przedsiębiorstwa*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- Wierzbińska M., *Ryzyko w gospodarce rynkowej*, UMCS, Lublin 1996.
- Włodarczyk B., *Rynek surowców a ryzyko bankowe (w ujęciu ryzyka rynkowego i kredytowego)*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn 2018.
- Włodarczyk B., *Zmienność cen na globalnym rynku surowców a ryzyko banku*, Problemy Zarządzania 15/1 (2), s. 107–124.
- Yitzhaki S., *Stochastic dominance, mean variance and Gini's mean difference*, American Economic Review 72, 1982.

Spis tabel

Tabela 1.1. Rodzaje pozycji walutowych przedsiębiorstwa.....	29
Tabela 3.1. Wykaz badanych spółek w podziale na sektor i klasyfikację branżową PKD	72
Tabela 3.2. Analiza rozkładów miesięcznych stóp zwrotu spółek sektora surowców i sektorów pozostałych.....	75
Tabela 3.3. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w całym okresie badawczym (2012–2018)	77
Tabela 3.4. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w pierwszym podokresie (I 2012–VI 2015)	80
Tabela 3.5. Przeciętna rentowność i ryzyko dla miesięcznych stóp zwrotu spółek surowcowych i spółek niesurowcowych w drugim podokresie (VII 2015–XII 2018)	83
Tabela 3.6. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w całkowitym okresie próby (2012–2018)	88
Tabela 3.7. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w pierwszym podokresie (I 2012–VI 2015)	89
Tabela 3.8. Podstawowe charakterystyki rozkładu średnich stóp zwrotu i miar ryzyka analizowanych spółek w drugim podokresie (VII 2015–XII 2018)	90
Tabela 3.9. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek.....	98
Tabela 3.10. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek.....	98
Tabela 3.11. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek	99
Tabela 3.12. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek	100
Tabela 3.13. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla wszystkich spółek	101
Tabela 3.14. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla wszystkich spółek	101
	125

Tabela 3.15. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych	103
Tabela 3.16. Oszacowania klasycznego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych.	103
Tabela 3.17. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych.	104
Tabela 3.18. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych.	105
Tabela 3.19. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą KMNK dla spółek surowcowych.	106
Tabela 3.20. Oszacowania dolnego modelu CAPM za pomocą MNZR dla spółek surowcowych.	106
Tabela 3.21. Wartości miar zanurzania sympleksowego Liu dla badanych spółek	109
Tabela 3.22. Szeregi rozdzielcze dla miar zanurzania badanych spółek.	112
Tabela 3.23. Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzania w przestrzeni średnia stopa zwrotu – klasyczny współczynnik beta ..	112
Tabela 3.24. Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzania	113
Tabela 3.25. Spółki należące do przedziałów wyznaczonych dla miar zanurzania	113

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Ceny ropy naftowej w latach 2005–2019 (USD/1 baryłka)	16
Rysunek 1.2. Struktura kosztów operacyjnych spółki PKN ORLEN S.A. w latach 2015–2018	17
Rysunek 1.3. Notowania kursów dolara amerykańskiego i euro w okresie 2005–2019 (kurs średni Narodowego Banku Polskiego)	28
Rysunek 2.1. Funkcja użyteczności inwestora niechętnego podejmowaniu ryzyka	39
Rysunek 2.2. Krzywe obojętności inwestora	41
Rysunek 2.3. Linia charakterystyczna i-tego waloru	50
Rysunek 2.4. Linie możliwości inwestycyjnych dla portfeli zawierających walor wolny od ryzyka	58
Rysunek 2.5. Linia rynku kapitałowego jako nowy efektywny zbiór portfeli w przypadku inwestowania w walory wolne od ryzyka	60
Rysunek 2.6. Linia rynku papierów wartościowych – SML	65
Rysunek 2.7. Walor agresywny i defensywny na linii SML	66
Rysunek 2.8. Siły rynkowe zapewniające wycenę akcji zgodną z modelem CAPM	66
Rysunek 2.9. Położenie linii charakterystycznych walorów zgodnie z modelem CAPM	68
Rysunek 3.1. Rozkłady średnich stóp zwrotu oraz klasycznego współczynnika beta dla wszystkich badanych spółek w całej próbie i dwóch podokresach	86
Rysunek 3.2. Rozkłady dolnych współczynników beta wg formuły Harlowa-Rao i Bawy-Lindenberga	87
Rysunek 3.3. Wykresy pudełkowe średnich miesięcznych stóp zwrotu dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach	91
Rysunek 3.4. Wykresy pudełkowe klasycznych współczynników beta dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach	92
Rysunek 3.5. Wykresy pudełkowe dolnych współczynników beta wg formuły Harlowa-Rao dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach	92
Rysunek 3.6. Wykresy pudełkowe dolnych współczynników beta wg formuły Bawy-Lindenberga dla spółek w całym okresie i dwóch podokresach	93
Rysunek 3.7. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z klasycznym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach	99

Rysunek 3.8. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach.	100
Rysunek 3.9. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla wszystkich badanych spółek zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach.	102
Rysunek 3.10. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z klasycznym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach.	104
Rysunek 3.11. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach.	105
Rysunek 3.12. Linie rynku papierów wartościowych (SML) dla spółek surowcowych zgodnie z dolnym modelem CAPM, wyznaczone za pomocą KMNK i MNZR w całym okresie i dwóch podokresach.	107

ANEKS

Charakterystyka spółek

Spółki surowcowe

Bogdanka Lubelski Węgiel SA (LWB)

Sektor: Górnictwo węgla

EKD: Wydobywanie węgla kamiennego

www.lw.com.pl/pl,2,start,s119.html

Spółka jest jednym z liderów rynku producentów węgla kamiennego w Polsce, wyróżniających się na tle branży pod względem wydajności wydobywania węgla kamiennego oraz planów inwestycyjnych zakładających udostępnienie nowych złóż. Węgiel kamienny energetyczny oferowany przez spółkę stosowany jest przede wszystkim do produkcji energii elektrycznej, ciepłej i produkcji cementu. Odbiorcami są w głównej mierze firmy przemysłowe, przede wszystkim podmioty prowadzące działalność w branży elektroenergetycznej zlokalizowane we wschodniej i północno-wschodniej Polsce.

Jastrzębska Spółka Węglowa SA (JSW)

Sektor: Górnictwo węgla

EKD: Wydobywanie węgla kamiennego

www.jsw.pl

Grupa Kapitałowa JSW jest największym producentem wysokiej jakości węgla koksowego typu 35 (hard) w Unii Europejskiej i jednym z wiodących producentów koksu używanego do wytopu stali. Produkcja i sprzedaż węgla koksowego oraz produkcja, sprzedaż koksu i węglopochodnych stanowią podstawową działalność Grupy JSW. Spółka produkuje także węgiel do celów energetycznych, który sprzedawany jest głównie do elektrowni i elektrociepłowni. W skład JSW wchodzi 5 kopalni węgla kamiennego: Borynia-Zofiówka-Jastrzębie, Budryk, Knurów-Szczygłowice, Krupiński i Pniówek. Głównymi odbiorcami produktów Grupy JSW są klienci w Polsce, Niemczech, Austrii, Czechach, na Słowacji, we Włoszech i Indiach.

ENEA SA (ENA)

Sektor: Energetyka

EKD: Wytwarzanie i dystrybucja energii elektrycznej

www.enea.pl

Grupa Enea jest wiodącym dostawcą zintegrowanych produktów i usług surowcowo-energetycznych oraz innych innowacyjnych usług. Enea to pionowo zintegrowana struktura obejmująca swoją działalnością pięć podstawowych obszarów na rynku energetycznym: produkcję energii elektrycznej i ciepłej, obrót energią

elektryczną, dystrybucję energii elektrycznej, dystrybucję ciepła oraz górnictwo i wzbogacanie węgla kamiennego. Enea prowadzi również działalność w obszarze wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży ciepła, a także w zakresie usług oświetleniowych.

Polska Grupa Energetyczna SA (PGE)

Sektor: Energetyka

EKD: Wytwarzanie, przesyłanie, dystrybucja i handel energią elektryczną

www.gkpge.pl

Grupa Kapitałowa PGE jest największym pod względem przychodów, zainstalowanych mocy wytwórczych oraz wolumenu produkcji energii elektrycznej, zintegrowanym pionowo przedsiębiorstwem energetycznym w Polsce. Grupa prowadzi działalność związaną z wydobywaniem węgla brunatnego, wytwarzaniem energii elektrycznej z paliw kopalnych (węgiel brunatny, węgiel kamienny, gaz ziemny), jak również z odnawialnych źródeł energii (elektrownie wodne, farmy wiatrowe, biomasa) oraz dystrybucją i sprzedażą energii elektrycznej odbiorcom końcowym.

Tauron Polska Energia SA (TPE)

Sektor: Energetyka

EKD: Handel energią elektryczną

www.tauron.pl

Grupa Tauron jest jednym z wiodących koncernów energetycznych w Polsce, największym dystrybutorem energii elektrycznej oraz drugim co do wielkości producentem i sprzedawcą energii elektrycznej. Podstawowymi obszarami działalności Grupy tworzącymi energetyczny łańcuch wartości są: wydobywanie węgla kamiennego, wytwarzanie, dystrybucja i sprzedaż energii elektrycznej oraz ciepła. Na mniejszą skalę holding prowadzi także sprzedaż hurtową paliw oraz produktów pochodnych (handel węglem i biomasą).

Grupa LOTOS SA (LTS)

Sektor: Wydobycie i produkcja

EKD: Wytwarzanie produktów rafinacji ropy naftowej

www.lotos.pl

Grupa tworzy drugi co do wielkości w Polsce koncern naftowy, zajmujący się wydobywaniem i przerobem ropy naftowej oraz sprzedażą hurtową i detaliczną produktów naftowych. Lotos jest producentem i dostawcą m.in. benzyny bezołowiowej, oleju napędowego, oleju napędowego do celów opałowych (lekki olej opałowy), paliwa lotniczego oraz ciężkiego oleju opałowego. Specjalizuje się także w produkcji i sprzedaży olejów smarowych i asfaltów. Grupa prowadzi prace poszukiwawczo-wydobywcze w zakresie eksploatacji złóż ropy naftowej na Morzu Bałtyckim oraz w obszarze Norweskiego Szelfu Kontynentalnego, ma także dostęp do lądowych złóż węglowodorów, zlokalizowanych na terytorium Litwy.

PGNiG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA (PGN)

Sektor: Wydobycie i produkcja

EKD: Wytwarzanie paliw gazowych; dystrybucja paliw gazowych w systemie sieciowym
www.pgnig.pl

PGNiG jest liderem rynku gazu ziemnego w Polsce. To spółka giełdowa zajmująca się poszukiwaniami i wydobyciem gazu ziemnego oraz ropy naftowej, importem gazu, a także magazynowaniem, sprzedażą, dystrybucją paliw gazowych i płynnych oraz produkcją ciepła i energii elektrycznej. PGNiG posiada również akcje w spółkach świadczących specjalistyczne usługi geofizyczne i wiertniczo-serwisowe, wysoko cenione na rynkach międzynarodowych. PGNiG zapewnia dywersyfikację dostaw poprzez wydobycie złóż krajowych oraz import ze źródeł zewnętrznych. PGNiG posiada oddziały i przedstawicielstwa w Rosji, Belgii, Pakistanie, na Białorusi i Ukrainie.

Polski Koncern Naftowy ORLEN SA (PKN)

Sektor: Wydobycie i produkcja

EKD: Wytwarzanie produktów rafinacji ropy naftowej
www.orklen.pl

Grupa jest największym w Polsce producentem i dystrybutorem produktów naftowych i petrochemicznych oraz liderem wśród przedsiębiorstw petrochemicznych w środkowo-wschodniej Europie. Przedmiotem działalności koncernu jest przerób ropy naftowej na takie produkty, jak: benzyny bezołowiowe, olej napędowy, olej opałowy, paliwo lotnicze, tworzywa sztuczne i wyroby petrochemiczne. To także jedyny koncern w Polsce zajmujący się produkcją polimerów oraz monomerów. Grupa prowadzi także poszukiwania, rozpoznawanie i wydobycie węglowodorów oraz wytwarzania, prowadzi dystrybucję i obrót energią elektryczną i ciepłą. Firma posiada największą w Europie Centralnej sieć stacji paliw zlokalizowanych w Polsce, Niemczech, Czechach i na Litwie.

KGHM Polska Miedź SA (KGH)

Sektor: Górnictwo metali

EKD: Górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych
www.kghm.com

KGHM prowadzi zaawansowaną technologicznie działalność poszukiwawczo-wydobywczą oraz hutniczą. Firma posiada aktywa zlokalizowane na trzech kontynentach. Skupia się na wydobyciu rud, produkcji miedzi i innych metali nieżelaznych. KGHM zajmuje się wydobyciem i przetwórstwem surowców naturalnych. Firma dysponuje zdywersyfikowanym geograficznie portfelem projektów górniczych. Posiada zakłady produkcyjne na trzech kontynentach: w Europie, Ameryce Północnej i Południowej. Eksploatuje największe w Europie złoża rudy miedzi, posiada także uprawnienia do eksploatacji złóż na terenie USA, Kanady i Chile. KGHM jest w ścisłej czołówce światowych producentów srebra i miedzi. Jest także jedynym w Europie producentem renu i nadrenianu amonu z własnych zasobów. KGHM zamierza dołączyć do grona największych producentów multisuwrowcowych na świecie.

Stalprodukt SA (STP)

Sektor: Hutnictwo żelaza i stali

EKD: Produkcja metali walcowanie na zimno

www.stalprodukt.com.pl

Stalprodukt jest wiodącym producentem i eksporterem wysoko przetworzonych wyrobów ze stali: blach elektrotechnicznych transformatorowych, kształtowników giętych na zimno, barier drogowych i rdzeni toroidalnych. Spółka posiada też własną, rozwiniętą sieć dystrybucji wyrobów hutniczych. Tworzą ją składy handlowe i biura w kilkunastu miastach na terenie Polski. Stalprodukt, jako jednostka dominująca w Grupie Kapitałowej Stalprodukt SA, zajmuje się działalnością produkcyjną oraz wytycza kierunki działalności i rozwoju spółek zależnych, rozszerzenia działalności produkcyjnej, handlowej oraz usługowej, a także tworzenia własnej sieci sprzedaży.

BORYSZEW SA (BRS)

Sektor: Hutnictwo metali nieżelaznych

EKD: Produkcja wyrobów chemicznych i wyrobów z tworzyw sztucznych

www.boryszew.com.pl

Grupa jest jednym z największych prywatnych holdingów przemysłowych. Głównymi liniami biznesowymi są: półfabrykaty z metali kolorowych (Al, Pb, Cu, Zn) i ich stopów, przewody samochodowe i plastikowe elementy wnętrza dla globalnych producentów aut, łożyska oraz wyroby chemiczne (włókna syntetyczne, płyny do chłodziw i klimatyzacji). Grupa jest największym polskim producentem w branży motoryzacyjnej, produkuje elementy z tworzyw sztucznych, a także przewody do transportu płynów w układach hamulcowych i klimatyzacyjnych. Specjalizuje się w przetwórstwie aluminium, miedzi, cynku i ołowiu. Wytwarza zaawansowane technologicznie produkty na potrzeby branży motoryzacyjnej, elektrotechnicznej, budowlanej i opakowaniowej. Grupa działa także w sektorze niszowych produktów stalowych: rury bez szwu i ze szwem, wyroby kute, kuto-walcowane i walcowane. Laboratorium Badań specjalizuje się w badaniach metaloznawczych, badaniach własności mechanicznych, składu chemicznego i badaniach ultradźwiękowych wyrobów.

Grupa Kęty SA (KTY)

Sektor: Hutnictwo metali nieżelaznych

EKD: Przetwarzanie aluminium i jego stopów

www.grupakety.com

Grupa działa w pięciu głównych segmentach biznesowych (łącznie 24 spółek, z czego 13 zagranicznych): produkcji profili i komponentów aluminiowych, projektowania i produkcji systemów architektonicznych oraz zewnętrznych rolet aluminiowych, produkcji opakowań giętych, usług budowlano-montażowych w zakresie fasad aluminiowych oraz produkcji akcesoriów do montażu okien i drzwi. Znaczna część sprzedaży realizowana jest w eksporcie.

Grupa Azoty SA (ATT)

Sektor: Chemia podstawowa

EKD: Produkcja podstawowych chemikaliów, nawozów i związków azotowych, tworzyw sztucznych i kauczuku syntetycznego w formach podstawowych
www.grupaazoty.com

Grupa to jeden z kluczowych koncernów branży nawozowo-chemicznej w Europie. W jej skład wchodzi m.in.: zakłady z Tarnowa, Puław, Polic i Kędzierzyna-Koźle. Obecnie Grupa Azoty zajmuje drugą pozycję w Unii Europejskiej w produkcji nawozów azotowych i wieloskładnikowych, a także produkty jak melamina, kaprolaktam, poliamid, alkohole OXO czy biel tytanowa mają równie silną pozycję w sektorze chemicznym, znajdując swoje zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu.

Ciech SA (CIE)

Sektor: Chemia podstawowa

EKD: Pozostały handel hurtowy
www.ciechgroup.com

Działalność Grupy obejmuje produkcję, handel i dystrybucję chemikaliów, a także działalność usługową ukierunkowaną na kompleksową obsługę rynku krajowego i zagranicznego. Firma eksportuje produkty do ponad 100 krajów całego świata, oferując sodę kalcynowaną, sodę oczyszczoną, sól, środki ochrony roślin, żywice epoksydowe i poliestrowe, pianki poliuretanowe oraz krzemiany i opakowania szklane. Spółka posiada osiem zakładów produkcyjnych w trzech europejskich krajach – Polsce, Niemczech i Rumunii.

Kernel Holding SA (KER)

Sektor: Żywność

EKD: Produkcja olejów i tłuszczów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego
www.kernel.ua

Firma zajmująca się zdywersyfikowaną działalnością rolniczą w regionie Morza Czarnego. Grupa dostarcza na rynki międzynarodowe zboże oraz olej słonecznikowy produkowane na Ukrainie i w Rosji. Posiada tereny uprawne, jak i zakłady przemiału nasion oleistych, cukrownie oraz niezbędną infrastrukturę rolniczą, w tym elewatory i głębokowodne terminale eksportowe.

Wawel SA (WWL)

Sektor: Żywność

EKD: Produkcja kakao, czekolady i innych wyrobów cukierniczych
www.wawel.com.pl

Jedna z najstarszych fabryk cukierniczych w Polsce. Oferuje kilkadziesiąt rodzajów produktów, w tym czekolady, bombonierki, wafle, batony, cukierki, karmelki, kakao. Wyroby spółki sprzedawane są głównie na rynku krajowym.

Spółki niesurowcowe

CCC SA (CCC)

Sektor: Odzież i obuwie

EKD: Handel hurtowy i detaliczny odzieżą i obuwiem

www.ccc.eu

Spółka jest największą detaliczną firmą obuwniczą w Europie Środkowej i największym producentem obuwia w Europie. Grupa posiada prawie 800 salonów w 16 krajach. Salony sprzedaży znajdują się w dużych centrach handlowych lub przy ważnych ciągach komunikacyjnych, w prestiżowych lokalizacjach miejskich. Poza Europą Środkowo-Wschodnią, marka CCC w ostatnim czasie zaistniała również na rynkach Europy Zachodniej – w Niemczech i Austrii. Grupa posiada łącznie 67 zarejestrowanych własnych marek towarowych (m.in. Lasocki i Sprandi).

LPP SA (LPP)

Sektor: Odzież i obuwie

EKD: Sprzedaż hurtowa odzieży i obuwia

www.lpp.com.pl

Firma zajmuje się projektowaniem i dystrybucją odzieży w Polsce, krajach Europy Centralnej, Wschodniej i Zachodniej oraz krajach Bliskiego Wschodu. Produkcja odzieży jest zlecana zakładom w Polsce i zagranicą (głównie Chiny). LPP zarządza sześcioma markami: RESERVED, Cropp, House, MOHITO i SiNSAY oraz marką premium Tallinder. Międzynarodowa sieć sprzedaży liczy obecnie blisko 1600 salonów.

VISTULA VRG SA (VRG)

Sektor: Odzież i obuwie

EKD: Sprzedaż detaliczna odzieży prowadzona w wyspecjalizowanych sklepach

www.vrg.pl

Grupa Kapitałowa VRG S.A. specjalizuje się w projektowaniu oraz dystrybucji wysokiej jakości kolekcji mody dla mężczyzn i kobiet oraz biżuterii. Jest ona właścicielem bardzo dobrze rozpoznawalnych znaków towarowych w pięciu głównych liniach: Vistula (elegancka odzież męska), Deni Cler Milano (luksusowa odzież dla kobiet), Wólczanka (koszule męskie) oraz W. KRUK (biżuteria oraz zegarki światowych szwajcarskich marek, między innymi: Rolex, IWC, Breitling, Omega, Tag Heuer). Grupa Kapitałowa VRG S.A. koncentruje się na zarządzaniu markami, projektowaniu odzieży i biżuterii oraz rozwoju własnej sieci sprzedaży w obydwu głównych segmentach (odzieżowym i jubilerskim).

Orbis SA (ORB)

Sektor: Hotele i restauracje

EKD: Hotele i motele z restauracjami

www.orbis.pl

Największy operator hotelowy w Europie Wschodniej. Jest wyłącznym licencjodawcą marek Accor (Sofitel, Pullman, MGallery, Novotel, Mercure, ibis budget i Ibis

Styles) w 16 krajach, w tym w Bośni i Hercegowinie, Bułgarii, Chorwacji, Czarnogórze, Czechach, Estonii, na Litwie, Łotwie, w Macedonii, Mołdawii, Polsce, Rumunii, Serbii, Słowacji, Słowenii i na Węgrzech.

AmRest Holdings SE (EAT)

Sektor: Hotele i restauracje

EKD: Pozostała działalność komercyjna

www.amrest.eu

AmRest Holdings SE jest największą niezależną firmą prowadzącą sieci restauracji w Europie Środkowo-Wschodniej. W Polsce, Republice Czeskiej, na Węgrzech, w Rosji, w Bułgarii, w Rumunii, w Serbii, w Słowacji, w Chorwacji, w Hiszpanii oraz w Niemczech działa na podstawie umów franczyzy restauracji Kentucky Fried Chicken, Pizza Hut, Burger King i Starbucks. Spółka rozwija również działalność w Europie Zachodniej, Rosji oraz Chinach.

ECHO Investment SA (ECH)

Sektor: Wynajem nieruchomości

EKD: Realizacja projektów budowlanych związanych ze wznoszeniem budynków

www.echo.com.pl

Jedna z największych w Polsce firm deweloperskich. Spółka realizuje inwestycje w trzech głównych sektorach rynku nieruchomości: budownictwie mieszkaniowym, centrach handlowych oraz budownictwie biurowym, skupiając się na największych miastach w Polsce. Echo Investment jest częścią dynamicznie rozwijającej się grupy kapitałowej Griffin Real Estate – Oaktree – PIMCO.

GTC Globe Trade Center SA (GTC)

Sektor: Wynajem nieruchomości

EKD: Wynajem nieruchomości własnych i dzierżawionych

www.gtc.com.pl

Grupa GTC jest jedną z czołowych spółek sektora nieruchomości komercyjnych w Europie Środkowej, Wschodniej i Południowej. Prowadzi inwestycje w trzech głównych segmentach rynku nieruchomości: budynki biurowe, centra handlowo-rozrywkowe oraz budownictwo mieszkaniowe. Obecnie działa aktywnie między innymi: w Polsce, na Węgrzech, w Czechach, Rumunii, Serbii, Chorwacji, Bułgarii, koncentrując działalność inwestycyjną w stolicach tych państw.

LCCORP DEVELIA SA (DVL)

Sektor: Sprzedaż nieruchomości

EKD: Działalność holdingów

www.develia.pl

DEVELIA to grupa deweloperska realizująca inwestycje komercyjne i mieszkaniowe. Spółka holdingowa kontroluje grupę firm działających w sektorze nieruchomości mieszkaniowych (głównie o podwyższonym standardzie) oraz komercyjnych (biurowych, handlowych i usługowych). Realizuje projekty w Warszawie, Wrocławiu, Krakowie, Katowicach, Gdańsku i Łodzi.

Citi Handlowy Bank Handlowy w Warszawie SA (BHW)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Działalność bankowa

www.citibank.pl

Bank stanowi integralną część Grupy Citi – wiodącej globalnej instytucji finansowej. Obsługuje klientów indywidualnych, korporacyjnych i instytucjonalnych, zapewniając im kompleksową ofertę produktową. W ofercie Banku znajdują się również usługi i produkty rynku kapitałowego oferowane przez Dom Maklerski Banku Handlowego SA oraz produkty Handlowy Leasing Sp. z o.o.

PEKAO Bank Polska Kasa Opieki SA (PEO)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Działalność bankowa

www.pekao.com.pl

PEKAO Jest drugim co do wielkości bankiem w Polsce i jedną z największych instytucji finansowych Europy Środkowo-Wschodniej. To uniwersalny Bank komercyjny oferujący usługi klientom indywidualnym i instytucjonalnym, który kontroluje ok. 10% krajowego rynku kredytów i depozytów. W skład Grupy wchodzi m.in.: największe w Polsce towarzystwo funduszy inwestycyjnych, dwa wiodące domy maklerskie, fundusz emerytalny oraz firmy zajmujące się faktoringiem i leasingiem.

PKOBP Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski SA (PKO)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Działalność bankowa

www.pkobp.pl

Grupa należy do największych instytucji finansowych w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Jest liderem w kraju pod względem skali działania, kapitałów własnych, aktywów, liczby klientów, jak i rozległości sieci dystrybucji. Swoje usługi oferuje głównie klientom detalicznym. Jest także ważnym partnerem dla małych i średnich przedsiębiorstw oraz dużych korporacji. Ma znaczący udział w rynku usług oferowanych gminom, powiatom i województwom. Grupa PKO Banku Polskiego, poza działalnością ściśle bankową, świadczy usługi specjalistyczne oraz zajmuje się sprzedażą produktów finansowych (fundusze emerytalne), leasingowych, jednostek funduszy inwestycyjnych, elektronicznych usług płatniczych. Grupa po przejęciu spółek z grupy Nordea wzmacnia także pozycję w branży ubezpieczeniowej.

Santander Bank Polska SA (SPL)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Działalność bankowa

www.santander.pl

Uniwersalny Bank depozytowo-kredytowy, świadczący pełen zakres usług na rzecz klientów indywidualnych, małych, średnich oraz dużych przedsiębiorstw. Oferta produktowa Banku odpowiada na różnorodne potrzeby klientów w zakresie rachunków bieżących/osobistych, produktów kredytowych, oszczędnościowo-

-inwestycyjnych, rozliczeniowych, ubezpieczeniowych i kartowych. Dodatkowo Bank prowadzi również usługi: pośrednictwa obrotu papierami wartościowymi, leasingu, faktoringu, zarządzania aktywami i funduszami, dystrybucji usług ubezpieczeniowych, handlu akcjami i udziałami spółek prawa handlowego, działalności maklerskiej.

Bank Millennium SA (MIL)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Działalność bankowa

www.bankmillennium.pl

Ogólnopolski, uniwersalny Bank oferujący usługi wszystkim segmentom rynku poprzez sieć oddziałów, sieci indywidualnych doradców i bankowość elektroniczną. Dzięki spółkom zależnym i firmom współpracującym, Bank od lat prowadzi działalność na wszystkich rynkach finansowych, zapewniając kompleksowe usługi finansowe w ramach jednej instytucji. Bank stanowi centrum Grupy Banku Millennium, w skład której wchodzi: Millennium Leasing, Millennium Dom Maklerski i Millennium Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych.

Getin Holding SA (GTN)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Pośrednictwo finansowe

www.getinholding.pl

Grupa prowadzi działalność inwestycyjną polegającą na wyszukiwaniu i realizacji projektów w Polsce i poza jej granicami. Funkcjonuje na szeroko pojętym rynku finansowym – w bankowości, pośrednictwie finansowym, ubezpieczeniach i leasingu. aktywnie działa na rynkach Europy Wschodniej i Południowej, gdzie posiada cztery banki oraz trzy firmy leasingowe.

ING Bank Śląski SA (ING)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Pozostałe pośrednictwo pieniężne

www.ing.pl

Ogólnopolski, uniwersalny Bank oferujący usługi we wszystkich segmentach rynku poprzez sieć oddziałów, sieci indywidualnych doradców i bankowość elektroniczną. Poprzez podmioty zależne Grupa prowadzi także działalność leasingową i faktoringową, pośrednictwa i obrotu nieruchomościami, wynajmu nieruchomości, doradztwa i pośrednictwa finansowego oraz świadczy inne usługi finansowe.

mBank SA (MBK)

Sektor: Banki komercyjne

EKD: Pozostałe pośrednictwo pieniężne

www.mbank.pl

Uniwersalny Bank obsługujący klientów korporacyjnych, instytucjonalnych i detalicznych (w tym private banking) na terenie całego kraju. Prowadzi również

działalność handlową, inwestycyjną i maklerską. Bank świadczy usługi na rzecz osób prawnych i fizycznych, krajowych i zagranicznych, zarówno w złotych jak i walutach obcych. W ramach bankowości detalicznej mBanku, działalność prowadzą oddziały zagraniczne w Czechach i na Słowacji.

Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie SA (GPW)

Sektor: Giełdy i biura maklerskie

EKD: Zarządzanie rynkami finansowymi

www.gpw.pl

Spółka organizuje obrót instrumentami finansowymi. Przedmiotem handlu na giełdzie są papiery wartościowe: akcje, obligacje, prawa poboru, prawa do akcji, certyfikaty inwestycyjne oraz instrumenty pochodne: kontrakty terminowe, opcje, jednostki indeksowe. Prowadzi obrót instrumentami finansowymi na dwóch rynkach – głównym oraz NewConnect. Grupa GPW, poprzez Towarową Giełdę Energii, prowadzi jeden z najpłynniejszych rynków energii elektrycznej w Europie. Poza energią elektryczną, na rynku towarowym oferowany jest obrót gazem ziemnym, prawami majątkowymi do świadectw pochodzenia oraz uprawnieniami do emisji CO₂.

KRUK SA (KRU)

Sektor: Wierzytelności

EKD: Działalność świadczona przez agencje inkasa i biura kredytowe

www.kruksa.pl

Grupa jest jednym z liderów na rynku wierzytelnością. Zarządza wierzytelnościami zakupionymi na własny rachunek, a także na zlecenie podmiotów zewnętrznych. Grupa zarządza wierzytelnościami banków (główna grupa klientów), pośredników kredytowych, firm ubezpieczeniowych, firm leasingowych, telefonii stacjonarnych i komórkowych, telewizji kablowych, platform cyfrowych oraz firm z sektora dóbr szybko zbywalnych. Poza Polską, działa na rynku rumuńskim, czeskim, słowackim, niemieckim, hiszpańskim i włoskim.

PZU Powszechny Zakład Ubezpieczeń SA (PZU)

Sektor: Firmy ubezpieczeniowe

EKD: Działalność ubezpieczeniowa i bezpośrednio z nią związana

www.pzu.pl

Grupa jest jedną z największych instytucji finansowych w Polsce, a także Europie Środkowo-Wschodniej. Zapewnia kompleksową ochronę ubezpieczeniową we wszystkich najważniejszych dziedzinach życia prywatnego, publicznego i gospodarczego, oferując najszerszą gamę produktów na polskim rynku ubezpieczeniowym (ubezpieczenia majątkowe, ubezpieczenia na życie oraz pozostałe ubezpieczenia osobowe). Grupa PZU prowadzi także działalność w zakresie zarządzania otwartym funduszem emerytalnym, funduszami inwestycyjnymi i programami oszczędnościowymi.

Orange Polska SA (OPL)

Sektor: Telekomunikacja

EKD: Telekomunikacja

www.orange-ir.pl/pl

Grupa jest wiodącym dostawcą usług telekomunikacyjnych w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Dostarcza komórkowe i stacjonarne usługi telekomunikacyjne, w tym połączenia głosowe, usługi przesyłu wiadomości i treści, dostęp do Internetu oraz telewizję. Ponadto świadczy usługi ICT (Information and Communications Technology), usługi w zakresie dzierżawy łączy oraz inne usługi telekomunikacyjne o wartości dodanej, prowadzi sprzedaż sprzętu telekomunikacyjnego, świadczy usługi w zakresie transmisji danych, budowy infrastruktury telekomunikacyjnej, prowadzi działalność obrotu energią elektryczną oraz sprzedaje usługi finansowe.

Cyfrowy Polsat SA (CPS)

Sektor: Telekomunikacja

EKD: Działalność w zakresie telekomunikacji satelitarnej

www.cyfrowypolsat.pl

Grupa jest wiodącą grupą multimedialną w Polsce. Świadczy kompleksowe, zintegrowane usługi medialne i telekomunikacyjne w następujących obszarach: usług płatnej telewizji cyfrowej (oferowanych przez Cyfrowy Polsat – największą w Polsce i czołową platformę satelitarną w Europie), mobilnych usług telekomunikacyjnych (spółka zależna Polkomtel), szerokopasmowego mobilnego Internetu, nadawania i produkcji telewizyjnej (Telewizja Polsat – wiodący nadawca komercyjny na polskim rynku). Grupa świadczy także usługi hurtowe na rynku międzyoperatorским, obejmujące m.in. usługi interconnect, tranzyt ruchu czy usługi roamingu krajowego i międzynarodowego.

11 bit studios SA (11B)

Sektor: Gry

EKD: Działalność związana z oprogramowaniem

www.11bitstudios.pl

Deweloper multiplatformowych gier sprzedawanych na całym świecie. Spółka działa w modelu niezależnym, zajmując się każdym etapem tworzenia gier samodzielnie – od produkcji, przez marketing, aż po dystrybucję w sklepach cyfrowych. Najbardziej znane gry to: Anomaly i This War of Mine. Oprócz produkcji gier grupa zajmuje się również wydawaniem gier zewnętrznych indie deweloperów oraz prowadzi internetową platformę sprzedaży gier innych producentów gamesrepublic.com. Indie oznacza tworzenie gier na własnych warunkach, ale też przynależność do dynamicznej, kreatywnej społeczności.

CD Project SA (CDR)

Sektor: Gry

EKD: Działalność wydawnicza w zakresie gier komputerowych

www.cdprojekt.pl

Grupa działa w dynamicznie rozwijającej się branży elektronicznej rozrywki – gier wideo. Opiera się na dwóch silnych fundamentach – produkcji gier w ramach studia deweloperskiego CD Project Red oraz globalnej cyfrowej dystrybucji realizowanej przez serwis GOG.com. Studio CD Project Red jest znane na świecie jako twórcy trylogii gier o Wiedźminie.

CI Games SA (CIG)

Sektor: Gry

EKD: Produkcja gier elektronicznych, w tym komputerowych

www.cigames.com

Grupa prowadzi działalność produkcyjną i wydawniczą na globalnym rynku gier wideo. Jest producentem posiadającym własne studia produkcyjne, wydawcą własnych gier i licencjonowanych tytułów oraz dystrybutorem sprzedającym produkty bezpośrednio do sieci handlowych i dystrybucji cyfrowej.

Comarch SA (CMR)

Sektor: Systemy informatyczne

EKD: Działalność związana z oprogramowaniem

www.comarch.pl

Spółka koncentruje swą działalność na projektowaniu, wykonywaniu i dostarczaniu systemów informatycznych, obejmujących oprogramowanie, sprzęt komputerowy i sieciowy, usługi wdrożeniowe, szkoleniowe i eksploatacyjne. Ofertę kieruje do telekomunikacji, finansów, bankowości i ubezpieczeń, handlu i usług, infrastruktury IT, administracji publicznej, przemysłu, służby zdrowia, a także sektora małych i średnich przedsiębiorstw.

Asseco Poland SA (ACP)

Sektor: Systemy informatyczne

EKD: Doradztwo w zakresie oprogramowania i dostarczanie oprogramowania

www.asseco.pl

Grupa tworzy zaawansowane technologicznie oprogramowanie dla firm z kluczowych branż gospodarki. Oferta jest skierowana do sektora finansowego, instytucji publicznych oraz przemysłu, handlu i usług. Grupa posiada bogate portfolio własnych produktów, unikatowe doświadczenie w realizacji najbardziej złożonych projektów informatycznych oraz szeroką bazę klientów, wśród których znaleźć można największe instytucje finansowe, czołowe przedsiębiorstwa, a także jednostki administracji publicznej. Misją jest stworzenie wiarygodnej i rentownej globalnej firmy informatycznej dostarczającej wysokiej jakości oprogramowanie i usługi. Asseco Poland jest wszędzie tam, gdzie technologia i biznes łączą się z codziennym życiem.

Polimex Mostostal SA (PXM)

Sektor: Budownictwo przemysłowe

EKD: Roboty budowlane związane ze wnoszeniem budynków mieszkalnych i niemieszkalnych

www.polimex-mostostal.pl

Grupa odbudowuje swoją pozycję w działalności inżynieryjno-usługowej. Rozwój Grupy, który ma być wsparty na dwóch podstawowych filarach tj. energetyce i petrochemii (gazie, chemii, naftie), uzyska dodatkowe oparcie w działalności budownictwa przemysłowego oraz działalności produkcyjnej realizowanej w ramach wydzielonej do odrębnej spółki działalności zlokalizowanej w zakładzie produkcyjnym w Siedlcach.

Budimex SA (BDX)

Sektor: Budownictwo ogólne

EKD: Budownictwo ogólne i inżynieria lądowa

www.budimex.pl

Jedna z największych firm budowlanych na polskim rynku. Oferuje usługi (najczęściej w charakterze generalnego wykonawcy) w sektorach infrastruktury: drogowej, kolejowej, lotniskowej, budownictwa kubaturowego, energetycznego, przemysłowego i ekologicznego. Stopniowo zwiększa swoje zaangażowanie w sektorze facility management (obsługa nieruchomości i obiektów infrastruktury) oraz gospodarki odpadami. Inwestorem strategicznym Budimeksu jest Ferrovial, jedna z czołowych firm budowlanych w Hiszpanii o zasięgu globalnym.

Trakcja PRKił SA (TRK)

Sektor: Inżynieria lądowa i wodna

EKD: Wykonywanie robót ogólnobudowlanych w zakresie przesyłowych obiektów liniowych: rurociągów, linii elektroenergetycznych, elektrotrakcyjnych i telekomunikacyjnych

www.grupatrakcja.com

Spółka jest jedną z największych firm działających w sektorze budownictwa infrastrukturalnego oraz energetyki w Polsce. Głównym przedmiotem działalności jest kompleksowa realizacja robót związanych z szeroko rozumianą infrastrukturą kolejową i drogową z wykorzystaniem nowoczesnego parku maszynowego. Uzupełnieniem usług jest budowa systemów elektroenergetycznych oraz systemów sterowania zdalnego.

Inter Cars SA (CAR)

Sektor: Części samochodowe

EKD: Produkcja części i akcesoriów do pojazdów samochodowych i ich silników

www.intercars.com.pl

Największy dystrybutor części zamiennych do samochodów osobowych, dostawczych i ciężarowych w Europie Środkowo-Wschodniej. Oferta obejmuje również wyposażenie warsztatowe, w szczególności urządzenia do obsługi i naprawy

samochodów oraz części do motocykli i tuningu. Inter Cars prowadzi także sprzedaż motocykli Ducati, zajmuje się regeneracją części samochodowych oraz produkcją przyczep i naczep. Jest również właścicielem ogólnopolskiej sieci warsztatów samochodowych.

Famur SA (FMF)

Sektor: Urządzenia mechaniczne

EKD: Produkcja maszyn dla górnictwa i do wydobywania oraz budownictwa

www.famur.com.pl

Grupa należy do czołówki światowych producentów maszyn i urządzeń górniczych (m.in.: zmechanizowanych kompleksów ścianowych, kompleksów do drążenia wyrobisk korytarzowych, podziemnych systemów transportowych oraz maszyn dla górnictwa odkrywkowego). Główne obszary działalności to górnictwo podziemne, górnictwo odkrywkowe, transport i przeładunek towarów masowych.

Amica Wronki SA (AMC)

Sektor: Sprzęt elektryczny i elektroniczny

EKD: Produkcja elektrycznego sprzętu gospodarstwa domowego

www.amica.pl

Spółka jest największym polskim producentem sprzętu gospodarstwa domowego. W ofercie posiada pełną gamę inteligentnych urządzeń dużego i małego AGD, wyróżniających się najnowszą technologią i nowoczesnym designem. Ponad 70% przychodów firma realizuje na ponad 40 rynkach zagranicznych. W portfolio znajdują się także zagraniczne marki Gram i Hansa. Produkty Amica są kojarzone z użyteczną technologią i nowoczesnym designem.

Eurocash SA (EUR)

Sektor: Artykuły codziennego użytku

EKD: Sprzedaż hurtowa niewyspecjalizowana

www.grupaeurocash.pl

Polska grupa zajmująca się hurtową oraz detaliczną dystrybucją żywności i innych produktów szybko zbywalnych (FMCG). Jej klientami są właściciele sklepów małoformatowych, których grupa wspiera w obszarze marketingu, technologii i edukacji. Działalność hurtowa prowadzona jest poprzez sieć hurtowni Cash&Carry oraz dystrybucję z dowozem do klienta, w tym z wykorzystaniem platformy e-commerce (eurocash.pl). Firma obsługuje blisko 80 tys. placówek detalicznych (w tym kilkanaście tysięcy sklepów w miękkiej franczyzie: abc, Groszek, Euro Sklep, Gama i Lewiatan). Działalność detaliczna grupy obejmuje sieć supermarketów Delikatesy Centrum (własnych i zrzeszonych w ramach twardej franczyzy) oraz sieć saloników prasowych Inmedio.

Fabryka Mebli Forte SA (FTE)

Sektor: Meble i dywany

EKD: Produkcja mebli

www.forte.com.pl/pl

Jeden z największych europejskich producentów mebli do samodzielnego montażu. Oferuje bogaty asortyment mebli do jadalni, salonu, kuchni, sypialni i pokoju młodzieżowego produkowany w czterech zakładach. Znaczna część produkcji jest eksportowana na wiele rynków europejskich.

Mabion SA (MAB)

Sektor: Produkcja leków

EKD: Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych

www.mabion.eu

Mabion S.A. jest pierwszą polską firmą biotechnologiczną i jedyną w kraju, która posiada w dorobku innowacje. Firma została utworzona w celu wprowadzenia na rynek leków biotechnologicznych najnowszej generacji opartych na humanizowanych przeciwciałach monoklonalnych. Ta technologia umożliwia produkcję leków celowanych, które działają wybiórczo na komórki nowotworowe, zapewniając lepszą skuteczność i mniejszą toksyczność terapii. Rozwijane przez Firmę leki to terapie celowane, charakteryzujące się zdolnością rozpoznania czynnika powodującego raka i oddziaływania tylko z nim. Odpowiednia inżynieria struktury leków sprawia, że przypominają one cząsteczkę organizmu pacjenta, a układ odpornościowy traktuje przeciwciało jako własne białko. Gwarantuje to bardzo niską toksyczność terapii i stanowi ważną korzyść dla pacjenta.

Benefit Systems SA (BFT)

Sektor: Rekreacja i wypoczynek – pozostałe

EKD: Działalność komercyjna, gdzie indziej niesklasyfikowana

www.benefitsystems.pl

Grupa jest dostawcą rozwiązań w obszarze pozapłacowych świadczeń pracowniczych w zakresie między innymi: sportu i rekreacji (karta MultiSport, MultiSport Kids, sieci Fitness) oraz kultury i rozrywki (Program Kinowy, MultiTeatr). Posiada unikalne produkty w postaci Kafeterii, które pozwalają pracownikowi na dowolny wybór świadczenia pozapłacowego w ramach listy zaakceptowanej przez pracodawcę.

W pracy wykorzystane zostały następujące pakiety środowiska R:

1. „mrfDepth”. Autorzy: Pieter Segaert, Mia Hubert, Peter Rousseeuw, Jakob Raymaekers, Kaveh Vakili. <https://cran.r-project.org/web/packages/mrfDepth/index.html>
2. „DepthProc”. Autorzy: Zygmunt Zawadzki, Daniel Kosiorowski, Krzysztof Słomczyński, Mateusz Bocian, Anna Węgrzynkiewicz. <https://cran.r-project.org/web/packages/DepthProc/index.html>
3. „stats”. Pakiet umożliwia wykonanie wielu obliczeń statystycznych.
4. „graphics”. Pakiet zawiera między innymi wiele funkcji graficznych.