

<https://doi.org/10.19195/2658-1310.26.1.7>

Agnieszka Panek

ORCID: 0000-0001-9346-6587

Uniwersytet Wrocławski

agnieszka.panek07@gmail.com

Zastosowanie modeli wyceny aktywów CAPM, *market timing* i DLM do oceny inwestycji w spółki innowacyjne

Artykuł nadesłany: 20.04.2020; artykuł zaakceptowany: 30.04.2020

Kody klasyfikacji JEL: C58, G12, O31

Keywords: CAPM, market timing, dynamic models, innovations

Abstract

The capital assets pricing model (CAPM), market timing model and DLM to evaluate investments in innovation

The aim of this article is to verify whether investment innovation managers, due to their specificity, should in particular have the ability to sense short-term trends and how this affects the effectiveness and risk of such investments.

Empirical research was based on the use of asset valuation models of the classic CAPM, MT (market timing) model, and DLM (dynamic models with distributed delays), the parameters of which were estimated using the Classical Least Squares Methods, based on logarithmic rates of return of companies listed on the WSE in the period from 1st February 2015 to 2nd February 2020.

The significantly negative value of the MNK — the estimator of parameter of the MT model, means that managers do not have the ability to sense short-term changes in the market regardless of the sector in which they operate. Furthermore, the impact of delays on market rates of return has been observed.

The presented results may constitute recommendations for managers in terms of valuation of MT's assets and skills and their impact on the effectiveness and risk of innovative investments.

Wstęp

Dynamiczne zmiany procesów zachodzących w gospodarce, globalizacja, postęp naukowo-techniczny, rozwój technologii komunikacyjno-informacyjnych, poten-

cjał wynikający z ogromnej ilości danych, zmieniające się oczekiwania konsumentów i przenoszenie usług w świat cyfrowy sprawiają, że na przedsiębiorstwach wymuszona zostaje konieczność nieustannych działań zmierzających do zapewnienia konkurencyjności oraz długoterminowego rozwoju (Zalega, 2016). Jednostka powinna zatem być przygotowana i otwarta na zmiany oraz zdolna do inicjowania procesów innowacyjnych (Adamik, 2015). Interdyscyplinarność badań, a w konsekwencji zróżnicowanie definicji pojęcia innowacji, innowacyjności czy procesów innowacyjnych powoduje, że zaklasyfikowanie podmiotu do grupy przedsiębiorstw innowacyjnych, które potrafią sprostać tym wyzwaniom, sprawia często wiele trudności. Niejednoznaczności wynikają także z wyboru metod czy narzędzi umożliwiających dokonania oceny, czy dany podmiot można uznać za innowacyjny (Nogalski, Niewiadomski, 2014). Odmienne podejścia do tego tematu przyczyniają się do rozważań na temat innowacji w ujęciu zarówno wąskim, jak i szerokim. W tym pierwszym zakresie za innowacje uznaje się wdrożenie zmian o charakterze twórczym, nowatorskim i odkrywczym. Szczególne znaczenie będzie miało tutaj pojęcie wprowadzania nowości odnoszące się zarówno do produktu, jak i usługi, a także procesu, sposobu organizacji czy metod wykorzystywanych w marketingu. Taka koncepcja wynika z definicji zaproponowanej przez OECD. Szerokie pojęcie innowacji obejmuje ponadto odtwórcze działania, idee, które mogą być nowością dla danego podmiotu czy rynku, a także będące wynikiem połączenia istniejących technologii, pomysłów lub znajdujące zastosowanie w nowych dziedzinach (Szatkowski, 2016). Innowacyjność można rozpatrywać w aspekcie posiadanych zasobów (zasoby techniczne i technologiczne, zasoby wiedzy i kadra naukowo-badawcza, zasoby organizacyjne, wartości niematerialne i prawne, zasoby finansowe oraz inne), które, specyficzne dla działalności danej jednostki, determinują jej potencjał innowacyjny (Adamik, 2015). W literaturze przedmiotu często za innowacyjne uznaje się podmioty o dużym potencjale zasobów technologicznych, a także przedsiębiorstwa, które swoją działalność opierają na usługach skoncentrowanych na wiedzy, ponadto stale prowadzą badania lub implementują rozwiązania z zewnątrz, przeznaczając znaczne nakłady finansowe w tym aspekcie, a także oferują nowości w zakresie produktów czy usług (Starzyńska, 2015).

Innowacje mogą mieć charakter stopniowy lub przynosić radykalne zmiany. Te ostatnie mają swoje odzwierciedlenie w teorii fal innowacji J.A. Schumpetera, która obrazuje trzystopniowy proces składający się z inwencji, innowacji i imitacji. Na etapie inwencji rodzi się pewien nowatorski pomysł, jednak dopiero jego wdrożenie powoduje powstanie innowacji. Ostatni etap, czyli imitacja, sprawia, że innowacja zostaje rozpowszechniona, a na rynku pojawiają się działania naśladowcze. Schumpeter podkreślał znaczenie przełomowych zmian oraz wpływ zasobów technologicznych i ekonomicznych, które są głównym determinantem procesów innowacyjnych (innowacje sterowane popytą). P.F. Drucker źródła innowacji poszukiwał w stronie popytowej, a zatem w potrzebach zgłaszanych przez konsumentów lub innych przedsiębiorców (Błach, 2018).

Spółki wdrażające innowacje odznaczają się dużym potencjałem wzrostu i jednocześnie wysokim ryzykiem prowadzenia swojej działalności. Wynika to głównie z niepewności w obszarze badań i efektywności wykorzystania zasobów, procesu wdrażania innowacji oraz nieustannej konieczności obserwacji otoczenia przedsiębiorstwa. Wycena spółek innowacyjnych oraz analiza ich zachowań na rynku kapitałowym może sprawiać wiele trudności, ich wartość podlega często znaczącym wahaniom. W związku z tym szczególnie ważna z punktu widzenia inwestora jest poprawna wycena tego rodzaju aktywów. Analizę stóp zwrotu ze spółek innowacyjnych na warszawskiej giełdzie podejmowali między innymi Markowski i Wędrowska (2005), Nawrocki (2017). W tym celu konieczne jest zatem zbadanie użyteczności modeli CAPM oraz *market timing*. Zastosowanie klasycznego modelu wyceny aktywów CAPM pozwoli ocenić umiejętność zarządzających, określaną jako mikroprzewidywanie (*microforecasting*). Umiejętność ta obejmuje identyfikację aktywów, które są niedowartościowane lub przewartościowane w stosunku do aktywów w ogóle przy danej sytuacji rynkowej. Natomiast przez wycucie rynku (*market timing*) rozumie się umiejętność przewidywania krótkookresowych wzrostów lub spadków cen walorów i właściwe reagowanie na te zmiany. Ocenianą w tym przypadku umiejętnością inwestora jest prawidłowe prognozowanie, z tą tylko różnicą, że przewidywania dotyczą ruchów całego rynku. Użyteczność tych modeli zbadano na przykładzie polskiego rynku akcji. W zakresie selektywności aktywów i stosowania technik *market timing* dla funduszy inwestycyjnych modele zastosowała Olbryś, a uwzględniając konstrukcję czynników Famy-Frencha, autorka ta przeprowadziła weryfikację hybrydowych modeli *market timing* wraz z oceną umiejętności zarządzania funduszami inwestycyjnymi akcji i stabilnością parametrów (Olbryś, 2008a,b,c, 2009, 2011a).

W celu oceny ryzyka oraz efektywności inwestycji w spółki innowacyjne w pracy zaproponowano zastosowanie modeli CAPM i *market timing*, a także dynamiczne modele o opóźnieniach rozłożonych (DLM). Zweryfikowano ich użyteczność i zbadano, czy zarządzający tego rodzaju aktywami prezentują umiejętności w zakresie przewidywania zmian na rynku, globalnie, czyli zmian czynnika rynkowego (stosowania technik *market timing*), które są szczególnie istotne w przypadku zarządzania aktywami o wysokim potencjale wzrostu i ryzyku. Tym samym dla części z nich wykazano, że modele *market timing* mogą stanowić podstawę wyceny aktywów innowacyjnych i są poprawnym narzędziem oceny ich efektywności i ryzyka, a także istotne jest uwzględnienie dla nich opóźnień. Analizy oparto jedynie na wybranych spółkach innowacyjnych, co stanowi podstawę do dalszych badań w tym obszarze.

Modele wyceny aktywów: CAPM, *market timing* i DLM

Klasyczny model wyceny aktywów kapitałowych CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) jest podstawą do wyjaśnienia osiągniętych stóp zwrotu z papierów war-

tościowych jako funkcji rynkowego ryzyka (Reilly, Brown, 2001). Jest to zatem model oparty na założeniu, że kształtowanie się stóp zwrotu akcji jest zdeterminowane przez zmiany na rynku kapitałowym, tym samym przedstawia zależność pomiędzy osiągniętą stopą zwrotu z akcji a stopą zwrotu z rynku. Zależność ta jest określana przez linię rynku papierów wartościowych (SML), która uwzględnia także portfele złożone z pojedynczych aktywów (Dybał, 2016):

$$r = \alpha + \beta \times r_M + \varepsilon$$

gdzie:

r — nadwyżkowa stopa zwrotu z akcji

r_M — nadwyżkowa stopa zwrotu z rynku nad stopą wolną od ryzyka.

Dodatni i istotny parametr świadczy o tym, że zarządzający podejmuje próby szczegółowej analizy rynku, a jego przewidywania zachowań kursów poszczególnych walorów są trafne. Kluczowe znaczenie dla wartości inwestycji w modelu wyceny aktywów kapitałowych ma portfel rynkowy i stopa wolna od ryzyka. W praktyce za stopę wolną od ryzyka przyjmuje się stopę rentowności bonów skarbowych lub stopę rynku międzybankowego, na przykład WIBOR (Jajuga, Jajuga, 2006). Należy jednak pamiętać, że nawet papiery skarbowe nie są pozbawione ryzyka, więc mówiąc o stopie wolnej od ryzyka, trzeba mieć na myśli stopę, której towarzyszy najniższe możliwe ryzyko w danym czasie spośród różnych klas aktywów finansowych (Tarczyński *et al.*, 2013). Jednocześnie rzeczywisty portfel rynkowy stanowi wzorzec (benchmark) osiąganych stóp zwrotu z danej inwestycji. Jako stopę zwrotu z rynku najczęściej stosuje się indeksy szerokiego rynku, jak na przykład WIG.

Współczynnik beta w tym modelu traktowany jest zatem jako miara ryzyka systematycznego, wskazująca, o ile jednostek w przybliżeniu wzrośnie stopa zwrotu z akcji, jeśli stopa zwrotu wskaźnika rynku wzrośnie o jednostkę (Jajuga, Jajuga, 2006). Inwestor, podejmując decyzję o zainwestowaniu kapitału w wybrane walory, często sugeruje się właśnie wartością współczynnika beta jako wartością premii za ryzyko zaangażowanego kapitału. Im wyższa wartość współczynnika beta, tym spółka odznacza się większym ryzykiem. Przyjmuje się, że wartości beta powyżej 1 oznaczają, że stopy zwrotu z danego instrumentu rosną w szybszym tempie niż stopy zwrotu z rynku. Spółka taka odznacza się większym potencjałem wzrostu przy wyższym ryzyku rynkowym. Wartości współczynnika beta mniejsze od jedności i większe od zera wskazują na to, że jest defensywna, a to oznacza, że jej tempo wzrostu jest niższe niż rynku i tym samym inwestycja jest obciążona mniejszym ryzykiem. W przypadku wartości mniejszych od zera stopy zwrotu z instrumentu zachowują się odwrotnie proporcjonalnie do rynku.

Ważnym czynnikiem jest także długość okresu, który może być uzależniony od charakteru rynku. Dla rynków rozwiniętych horyzont czasowy może sięgać na-

wet powyżej 10 lat, dla wschodzących — około 4–5 lat i dla rynków mało rozwiniętych zasadne mogą być krótkie okresy ze względu na duże ryzyko działalności badanych spółek (Tarczyński *et al.*, 2013).

Idea *market timing* odnosi się do identyfikacji trendów rynkowych, a zatem w celu testowania umiejętności zarządzającego w zakresie tak zwanego wycucia rynku stosuje się klasyczne parametryczne modele *market timing* (MT). Modele te umożliwiają badanie krótkookresowych zmian trendu na rynku na podstawie historycznych stóp zwrotu. W tym celu można wykorzystać model Treynora-Mazuya (TM) (Homa, Mościbrodzka, 2016):

$$r = \alpha + \beta \times r_M + \beta_2 \times r_M^2 + \varepsilon$$

gdzie β_2 — umiejętność zarządzającego do wyczuwania krótkookresowych zmian na rynku.

W modelu MT parametr świadczy o umiejętności wykorzystywania techniki *market timing* (wyczuwania krótkookresowych trendów rynkowych), którego wartość stanowi korektę o ewentualne pesymistyczne oczekiwania co do przyszłego kształtowania stopy rynkowej. Jeśli przyjmuje on wartości większe od zera, to zarządzający prawidłowo prognozują ruchy rynku, przy czym wartość tego współczynnika świadczy o stopniu tej umiejętności. Twórcy modelu zalecają stosowanie go zarówno w okresach silnych wzrostów, jak i w okresach silnych spadków indeksów giełdowych, ponieważ reakcje na niewielkie ruchy rynku nie są za pomocą tego modelu obserwowalne. Jeśli współczynnik jest bliski zeru, to inwestor nie wykazuje zdolności prognostycznych dotyczących rynku. (Czekaj *et al.*, 2001). Istotnie ujemna wartość estymatora parametru oznacza negatywny wpływ techniki *market timing* na wartość aktywów.

Na rynkach kapitałowych można zaobserwować opóźnienia w reakcjach, które mogą wynikać z potrzeby dostosowania się podaży do zmian rynkowych na skutek czynników technologicznych, zmiany importu czy eksportu. Innymi przyczynami opóźnień są czynniki instytucjonalne (zmiana przepisów prawnych) oraz behawioralne (określone nawyki i oczekiwania podmiotów na rynku). Kolejną istotną kwestią zwłaszcza w kontekście zastosowań modeli wyceny aktywów jest wybór właściwej częstotliwości stóp zwrotu z uwzględnieniem płynności danych walorów, która nie spowoduje przeszacowań lub niedoszacowań współczynnika β . W przypadku małej płynności rynku zasadne może się okazać wkalkulowanie w modelu opóźnień w celu uwzględnienia czasu potrzebnego na dopasowanie się cen aktywów do informacji pochodzących z rynku. Uwzględnienie zaś stóp zwrotu o częstotliwości tygodniowej może zmniejszyć ryzyko wystąpienia autokorelacji niż w przypadku danych o większej częstotliwości i jednocześnie zapewnić odpowiednią wielkość obserwacji (Homa, Mościbrodzka, 2016). W związku z tym w analizach dotyczących modeli wyceny zasadne jest zastosowanie modeli dynamicznych o opóźnieniach rozłożo-

nych, dla których zmienna objaśniana zależy od opóźnionej reakcji zmiennych objaśniających. Odpowiedniki dynamiczne modeli CAPM i TM to odpowiednio model DLM(q) i DL(q) postaci (Homa, Mościbrodzka, 2016):

$$r_{i,t} = \alpha + \sum_{k=0}^{p_i} \beta_k^1 \times r_{M,t-k} + \varepsilon_{i,t},$$

$$r_{i,t} = \alpha + \sum_{k=0}^{p_i} \beta_k^1 \times r_{M,t-k} + \sum_{k=0}^{p_2} \beta_k^2 \times r_{M,t-k}^2 + \varepsilon_{i,t}.$$

W modelach o opóźnieniach rozłożonych parametr określany jest mnożnikiem krótkookresowym oznaczającym wpływ w tym samym czasie jednostkowej zmiany zmiennej objaśniającej na zmiany wartości zmiennej zależnej, natomiast $\sum_{k=1}^p \beta_k^k$ to mnożnik średnio- i długookresowy, który mierzy skumulowany wpływ opóźnień zmiennych objaśniających na kształtowanie się badanego procesu.

Niezbędny jest także wybór metody estymacji parametrów modelu. Najczęściej wybierana jest klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (KMNK). Założenia KMNK mogą nie zostać spełnione często za sprawą występującej autokorelacji oraz heteroskedastyczności reszt. W pierwszym przypadku można zastosować uogólnioną metodę najmniejszych kwadratów (UMNK), natomiast problem niestałości wariancji rozwiązuje ważona MNK lub estymacja odporna (Tarczyński *et al.*, 2013). KMNK wymaga spełnienia poniższych założeń, których weryfikacja została oparta na następujących testach:

- 1) zmienne objaśniające są nielosowe lub nieskorelowane z zakłóceniami: test istotności korelacji;
- 2) średnia wartość zakłóceń jest równa zero: test wartości oczekiwanej;
- 3) stałość wariancji zakłóceń: test White'a;
- 4) brak autokorelacji składnika losowego: test Durбина-Watsona;
- 5) założenie normalności rozkładu reszt: test Shapiro-Wilka.

Wyniki badań empirycznych

Pierwszym etapem wyboru spółek innowacyjnych był obszar ich działalności. Początkowo za innowacyjne zostały uznane przedsiębiorstwa, które spełniają kryteria definicji innowacyjności w ujęciu szerokim. Wybrano więc spółki notowane na głównym rynku GPW, których działalność jest związana z następującymi sektorami:

- gier,
- informatycznym/nowych technologii,
- telekomunikacyjnym,
- biotechnologicznym.

Podział ten spójny jest z konstrukcją zaproponowaną dla indeksu WIGtech, którego założeniem jest zgrupowanie spółek technologicznych z dużym potencjałem innowacyjnym. Analizą objęto więc spółki znajdujące się w indeksie WIGtech, mające

co najmniej pięcioletnią historię notowań na GPW, których działalność mieści się w jednym z czterech wskazanych sektorów. W badaniu wykorzystano ceny zamknięcia spółek w okresie od 1 lutego 2015 do 2 lutego 2020 roku, pochodzących ze strony www.stooq.pl, a do dalszych analiz wykorzystano pakiet statystyczny Gretl. Ze względu na niestacjonarność procesów cen zarówno względem wartości oczekiwanej, jak i wariancji do analizy wyznaczono logarytmiczne tygodniowe stopy zwrotu. Za stopę wolną od ryzyka przyjęto TBSP.Index z tego samego okresu. Z każdego sektora do dalszej analizy wybrano spółkę-reprezentanta z najwyższą oczekiwaną roczną stopą zwrotu z inwestycji. Zestawienie rocznych stóp zwrotu za okres od 3 lutego 2019 do 2 lutego 2020 roku spółek z co najmniej pięcioletnią historią inwestycyjną wchodzących w skład indeksu WIGtech z podziałem na sektory przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Roczne stopy zwrotu dla spółek z indeksu WIGtech

SEKTOR					
gry		telekomunikacja		biotechnologia	
SPÓŁKA	stopa zwrotu	SPÓŁKA	stopa zwrotu	SPÓŁKA	stopa zwrotu
11 Bit Studios S.A.	54,56	Cyfrowy Polsat S.A.	19,86	Ryvu Therapeutics S.A.	20,67
CD Projekt S.A.	48,92	Netia S.A.	-12,50	Synektik S.A.	28,52
CI Games S.A.	-28,57	Orange Polska S.A.	23,98	—	—
Vivid Games S.A.	-31,55	—	—	—	—
informatyka					
Ailleron S.A.	-20,00	Comarch S.A.	32,86	NTT System S.A.	18,74
Arcus S.A.	30,83	Comp S.A.	33,74	OPTeam S.A.	90,65
Asseco Business Solutions S.A.	17,44	DataWalk S.A.	126,89	PGS Software S.A.	1,68
AssecoPoland S.A.	41,78	Elzab S.A.	16,75	Simple S.A.	12,14
AssecoSouthEastern Europe S.A.	92,25	iFirma S.A.	84,34	Sygnity S.A.	24,18
Atende S.A.	-12,00	LiveChat Software S.A.	78,99	Talex S.A.	8,38
Betacom S.A.	-32,64	LSI Software S.A.	93,97	WASKO S.A.	-6,75

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z www.stooq.pl (dostęp: 4.02.2020).

Z każdego sektora wybrano spółkę-reprezentanta charakteryzującego się najwyższym rocznym zwrotem. W związku z tym dalsze analizy oparte na estymacji KMNK dla modelu CAPM i MARKET TIMING oraz ich opóźnionych wariantów przeprowadzono na przykładzie następujących spółek reprezentantów sektorów:

- 11 bit studios S.A. (gry),
- DataWalk S.A. (informatyka/nowe technologie),

- Orange Polska S.A. (telekomunikacja),
- Synektik S.A. (biotechnologia).

Wyniki zastosowania metody najmniejszych kwadratów dla modelu CAPM przedstawiono poniżej, a wartości MNK-estymatorów zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. MNK-estymatory parametrów modelu CAPM dla wybranych spółek innowacyjnych

SPÓŁKA	α	β
11 bit studios S.A.	** 0,705545	*** 0,586211
DataWalk S.A.	0,281089	0,42
Orange Polska S.A.	-0,0357611	*** 0,837256
Synektik S.A..	-0,0865973	0,220190

*** — istotność na poziomie 0,01 ** — istotność na poziomie 0,05 * — istotność na poziomie 0,10

Źródło: opracowanie własne.

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	0,705545	0,338622	2,084	0,0382	**
pc_WIG	0,586211	0,177509	3,302	0,0011	***
Wsp. determ. R-kwadrat	0,040407		Skorygowany R-kwadrat	0,036702	
F(1, 259)	10,90608		Wartość p dla testu F	0,001093	
Logarytm wiarygodności	-812,8701		Kryt. inform. Akaike'a	1629,740	
Autokorel.reszt - rho1	0,008534		Stat. Durbina-Watsona	1,981545	

Model 1a. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 8.02.2015:2.02.2020 (N = 261) Zmienna zależna (Y): pc_11bitstudiosSA

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	-0,0357611	0,230010	-0,1555	0,8766	
pc_WIG	0,837256	0,120574	6,944	<0,0001	***
Wsp. determ. R-kwadrat	0,156951		Skorygowany R-kwadrat	0,153696	
F(1, 259)	48,21827		Wartość p dla testu F	3,06e-11	
Kryt. bayes. Schwarz	1434,981		Kryt. Hannana-Quinna	1430,718	
Autokorel.reszt - rho1	-0,049567		Stat. Durbina-Watsona	2,098368	

Model 1c. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 8.02.2015:2.02.2020 (N = 261) Zmienna zależna (Y): pc_OrangePolskaSA

Analizując przedstawione wyniki estymacji parametrów modeli CAPM, można zauważyć, że istotnym statystycznie parametrem β odpowiadającym za ryzyko systematyczne odznaczała się spółka z sektora gier: 11 bit studios S.A. oraz z sektora telekomunikacji: Orange Polska S.A., która cechowała się najwyższą wartością współczynnika beta (0,837256), co przekłada się na wyższe ryzyko systematyczne i jednocześnie możliwe wyższe stopy zwrotu. Jednak wartości parametru β dla obu spółek w analizowanym okresie wynosiły poniżej 1, co oznacza, że ich stopy zwrotu z akcji wzrastają wolniej niż rynek, a zatem spółki te są defensywne, odznaczają się niższą wrażliwością popytu na zmiany rynkowe kosztem niższych stóp zwrotu. Sektorem zaliczanym najczęściej do tej kategorii

jest branża spożywcza, energetyczna, a także telekomunikacyjna. A zatem biorąc pod uwagę jedynie współczynnik beta, można byłoby przewidywać dla tych spółek mniejszą zmienność stóp zwrotu w okresie bessy. Defensywność badanych spółek może wynikać z dążenia do umocnienia swojej pozycji rynkowej, oferując produkty czy usługi stanowiące substytuty produktów lub usług dostarczanych przez spółki innowacyjne, odznaczające się strategią agresywną, będące inicjatorami innowacji, które ponoszą przez to wyższe koszty i tym samym obciążone są wyższym ryzykiem (Dietl, 1985).

Dla spółki z branży informatycznej DataWalk S.A. oraz biotechnologicznej Synektik S.A. parametr β okazał się nieistotny statystycznie. Poprawność wnioskowania na podstawie wyników zastosowania metody MNK wymaga spełnienia jej założeń. Dlatego też poddano weryfikacji własności reszt modeli z istotnymi parametrami, których wyniki zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki weryfikacji założeń MNK dla istotnych modeli CAPM (wartość p)

SPÓŁKA	11bitstudios S.A.	DataWalk S.A.	OrangePolska S.A.	Synektik S.A.
Założenie	Model 1a	Model 1b	Model 1c	Model 1d
Istotność korelacji ze zmienną objaśnianą	1,0000	Nieistotne parametry modelu	0,9990	Nieistotne parametry modelu
Test t-studenta	nie wymaga weryfikacji		0,8763	
Homoscedastyczność Test White'a	0,989026		0,426891	
Brak autokorelacji Test DW	0,4517		0,808889	
Normalność Test Shapiro-Wilka	1,58829e-009		1,68972e-006	

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki weryfikacji założeń MNK wskazują, że wszystkie założenia Gaussa-Markowa są spełnione poza własnością reszt dotyczącą ich rozkładu empirycznego, a mianowicie rozkład ten nie jest zgodny z rozkładem normalnym, może przekładać się to na niepewność wyników. Oznacza to, że w kontekście wyceny inwestycji w spółki innowacyjne konieczne jest jednak rozważenie bardziej złożonych modeli. W związku z tym zastosowano tak zwane modele *market timing*, w których uwzględniona dodatkowa zmienna objaśniająca pozwala dokonać oceny umiejętności zarządzających w zakresie umiejętności wyczuwania trendów krótkookresowych¹. Wyniki estymacji modelu Treynora-Mazuya przedstawiono poniżej, a w tabeli 4 zestawiono uzyskane wartości MNK-estymatorów.

¹ Ze względu na ograniczenia związane z liczbą stron i fakt, że wyniki estymacji modelu H-M były analogiczne do wyników modelu T-M, wyników dla modelu H-M nie zamieszczono w pracy.

Tabela 4. MNK-estymatory parametrów modelu MT dla wybranych spółek innowacyjnych

SPÓŁKA	α	β	β_2
11 bit studios S.A.	* 0,801614	*** 0,573657	-0,0264551
DataWalk S.A.	0,480821	0,394145	-0,0550010
Orange Polska S.A.	0,0273902	*** 0,829003	-0,0173903
Synektik S.A.	0,291307	0,170806	* -0,104065

Źródło: opracowanie własne.

Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ parametr β_2 okazał się istotny statystycznie tylko w przypadku spółki z sektora biotechnologii, a istotnie ujemna wartość MNK-estymatora oznacza, że zarządzający tego typu spółkami nie wykorzystują umiejętności wyczuwania krótkookresowych trendów na rynku. Nieistotność zmiennych w modelach MT wskazuje na konieczność ich dalszych modyfikacji, jak zbadanie wpływu zmiennych opóźnionych.

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p
const	0,291307	0,347495	0,8383	0,4026
pc_WIG	0,170806	0,152734	1,118	0,2645
sq_pc_WIG	-0,104065	0,0538480	-1,933	0,0544 *
Wsp. determin. R-kwadrat	0,022257		Skorygowany R-kwadrat	0,014678
F(2, 258)	2,936537		Wartość p dla testu F	0,054825
Logarytm wiarygodności	-769,4269		Kryt. inform. Akaike'a	1544,854
Autokorel.reszt - rho1	-0,048453		Stat. Durbina-Watsona	2,061482

Model 2d. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 8.02.2015:2.02.2020 (N = 261), zmienna zależna (Y): pc_SynektikSA

Ze względu na obserwowane na rynkach kapitałowych opóźnienia w reakcjach wynikających na przykład z dopasowywania się cen aktywów do informacji pochodzących z rynku zbadano wpływ opóźnionych stóp zwrotu z rynku na stopy zwrotu akcji wybranych spółek. Ze względu na częstotliwość danych do modeli wprowadzono opóźnienia rzędu 12, a następnie dokonano eliminacji sekwencyjnej nieistotnych zmiennych. Zestawienie wartości MNK-estymatorów parametrów β_0^1 oraz β_k^1 przedstawiono w tabeli 5, a poniżej wyniki eliminacji sekwencyjnej.

Tabela 5. Wyniki estymacji i istotnych w modelu CAPM o opóźnieniach rozłożonych

SPÓŁKA	β_0^1	β_1^1	β_2^1	β_3^1	β_4^1	β_5^1	...	β_{12}^1	$\sum_{k=1}^p \beta_k^1$
11 bit studios S.A.	*** 0,6421	-	-	-	-	-	-	-	0,6421
DataWalk S.A.	-	-	** -0,5401	-	-	-	-	-	-0,5401
Orange Polska S.A.	*** 0,8381	-	** -0,2763	-	-	-	-	-	0,5618
Synektik S.A.	* 0,2545	-	-	-	-	** 0,3243	-	** 0,3128	0,8917

Źródło: opracowanie własne.

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	0,811042	0,348588	2,327	0,0208	**
pc_WIG	0,642139	0,180840	3,551	0,0005	***
Wsp. determ. R-kwadrat	0,048568		Skorygowany R-kwadrat	0,044716	
F(1, 247)	12,60872		Wartość p dla testu F	0,000460	
Logarytm wiarygodności	-776,7249		Kryt. inform. Akaike'a	1557,450	
Autokorel.reszt - rho1	0,000103		Stat. Durbina-Watsona	1,998228	

Model 3a. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_11bitstudiosSA

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
pc_WIG_2	-0,540135	0,260737	-2,072	0,0393	**
Niecentrowany R-kwadr.	0,017010		Centrowany R-kwadrat	0,016975	
F(1, 248)	4,291408		Wartość p dla testu F	0,039340	
Logarytm wiarygodności	-867,6123		Kryt. inform. Akaike'a	1737,225	
Autokorel.reszt - rho1	0,009265		Stat. Durbina-Watsona	1,978663	

Model 3b. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_DatawalkSA

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
pc_WIG	0,838161	0,121444	6,902	<0,0001	***
pc_WIG_2	-0,276349	0,121846	-2,268	0,0242	**
Niecentrowany R-kwadr.	0,175227		Centrowany R-kwadrat	0,174669	
F(2, 247)	26,23810		Wartość p dla testu F	4,65e-11	
Logarytm wiarygodności	-677,6690		Kryt. inform. Akaike'a	1359,338	
Autokorel.reszt - rho1	-0,030371		Stat. Durbina-Watsona	2,060696	

Model 3c. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_OrangePolskaSA

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
pc_WIG	0,254564	0,149356	1,704	0,0896	*
pc_WIG_5	0,324328	0,149524	2,169	0,0310	**
pc_WIG_12	0,312896	0,149828	2,088	0,0378	**
Niecentrowany R-kwadr.	0,046408		Centrowany R-kwadrat	0,046339	
F(3, 246)	3,990627		Wartość p dla testu F	0,008433	
Logarytm wiarygodności	-728,4880		Kryt. inform. Akaike'a	1462,976	
Autokorel.reszt - rho1	-0,069656		Stat. Durbina-Watsona	2,117295	

Model 3d. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_SynektikSA

W przypadku modeli CAPM o opóźnieniach rozłożonych dla spółek z sektora informatyki i telekomunikacji istotne okazały się opóźnienia rzędu 2, natomiast dla Synektik S.A. z sektora biotechnologii wykazano istotne opóźnienia rzędu 5 i długookresowe opóźnienie rzędu 12, co oznacza opóźnienie nawet o kwartał. Wszystkie spółki z wyjątkiem DataWalk S.A. z sektora informatyki odznaczały się istotnym statystycznie parametrem β_0^1 . Wyniki estymacji dla spółek z istotnymi opóźnieniami z sektora informatyka, telekomunikacja i biotechnologia wskazują na zasadność zastosowania dynamicznych modeli o opóźnieniach rozłożonych. Odpowiedniejszym miernikiem określającym ryzyko systematyczne będzie zatem odpowiedni mnożnik długookresowy równy $\Sigma\beta_k = 1\beta_k$, którego wartość dla każdej ze spółek wynosi poniżej 1. Oznacza to, że badane spółki można określić jako defensywne. Najwyższą wartością, a zatem największym ryzykiem systematycznym odznaczała się spółka z sektora biotechnologii. Natomiast dla DataWalk

S.A. mnożnik wykazał ujemne wartości, stopy zwrotu z akcji zachowują się więc odwrotnie do stóp zwrotu z rynku. Brak istotnych opóźnień dla spółki z sektora gier i istotny parametr beta wskazuje na zasadność zastosowania klasycznego modelu CAPM i wykorzystania parametru beta jako miary ryzyka systematycznego. Parametr $\beta_{10} < 1$ wskazuje na to, że spółka ta jest defensywna.

Weryfikacja założeń KMNK przebiegła podobnie jak w przypadku wcześniejszych modeli, a wyniki przedstawiono poniżej.

Tabela 6. Wyniki weryfikacji założeń MNK dla dynamicznych modeli CAPM (wartość p)

SPÓŁKA	11bitstudios S.A.	DataWalk S.A.	Orange Polska S.A.	Synektik S.A.
Założenie	Model 3a	Model 3b	Model 3c	Model 3d
Istotność korelacji ze zmienną objaśnianą	Nieistotne parametry modelu	0,2067	0,9936	0,9988
Test t-studenta		0,9453	0,7755	0,9565
Homoscedastyczność Test White'a		0,844703	0,683112	0,0142679
Brak autokorelacji Test DW		0,463788	0,709351	0,860628
Normalność Test Shapiro-Wilka		5,2522e-008	5,2252e-007	6,10975e-009

Źródło: opracowanie własne.

Reszty analizowanych modeli spełniają oczekiwanie własności umożliwiające zastosowanie klasycznej metody najmniejszych kwadratów, z wyjątkiem spełnienia założenia o normalności rozkładu, co może oznaczać konieczność dalszych modyfikacji wynikających.

W ostatnim etapie dokonano analizy wpływu opóźnień na umiejętność zarządzających do wyczuwania krótkookresowych zmian tendencji na rynku. Analogicznie jak poprzednio do modelu wprowadzono opóźnienia rzędu 12, a następnie dokonano eliminacji nieistotnych zmiennych. Wyniki estymacji parametrów modelu MT o opóźnieniach rozłożonych przedstawiono w tabeli 7, a następnie przedstawiono efekt zastosowania sekwencyjnej eliminacji zmiennych nieistotnych.

W modelach MT o opóźnieniach rozłożonych istotne statystycznie okazały się opóźnienia rzędu 5 dla spółki 11 bit studios S.A. z sektora gier oraz Synektik S.A. z sektora biotechnologii, dla której wykazano jeszcze istotne opóźnienie rzędu 3 oraz rzędu 8. Parametr β_0^2 dla tych spółek nie był istotny statystycznie. W świetle uzyskanych wyników prawidłowym miernikiem oceny umiejętności *market timing* jest zatem odpowiedni mnożnik równy $\sum_{k=1}^p \beta_1^k$. Jego ujemna wartość wskazuje na negatywny wpływ techniki *market timing* na wycenę akcji spółek z sektora gry oraz

biotechnologii. Spółki z sektora informatyki oraz telekomunikacji nie wykazały istotnych opóźnień ani istotnego parametr β_0^2 .

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	1,41414	0,416469	3,396	0,0008	***
pc_WIG	0,618828	0,178676	3,463	0,0006	***
pc_WIG_6	-0,322126	0,181077	-1,779	0,0765	*
sq_pc_WIG_5	-0,165342	0,0636578	-2,597	0,0100	***
Wsp. determ. R-kwadrat	0,080691		Skorygowany R-kwadrat	0,069434	
F(3, 245)	7,168153		Wartość p dla testu F	0,000124	
Logarytm wiarygodności	-772,4489		Kryt. inform. Akaike'a	1552,898	
Autokorel.reszt - rho1	-0,002369		Stat. Durbina-Watsona	2,003156	

Model 4a. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_11bitstudiosSA

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
pc_WIG	0,279267	0,147264	1,896	0,0591	*
pc_WIG_5	0,253366	0,149033	1,700	0,0904	*
pc_WIG_12	0,352548	0,147707	2,387	0,0178	**
sq_pc_WIG_3	-0,0838734	0,0465537	-1,802	0,0728	*
sq_pc_WIG_5	-0,0977010	0,0477422	-2,046	0,0418	**
sq_pc_WIG_8	0,130592	0,0475445	2,747	0,0065	***
Niecentrowany R-kwadr.	0,091050		Centrowany R-kwadrat	0,090984	
F(6, 243)	4,056890		Wartość p dla testu F	0,000677	
Logarytm wiarygodności	-722,5188		Kryt. inform. Akaike'a	1457,038	
Kryt. bayes. Schwarza	1478,142		Kryt. Hannana-Quinna	1465,533	
Autokorel.reszt - rho1	-0,051385		Stat. Durbina-Watsona	2,083567	

Model 4d. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 3.05.2015:2.02.2020 (N = 249), zmienna zależna (Y): pc_SynektykSA

Tabela 7. Wyniki estymacji β_0^2 i istotnych β_k^2 w modelu MT o opóźnieniach rozłożonych

SPÓŁKA	β_0^2	β_1^2	β_2^2	β_3^2	β_4^2	** $\beta_{5,165342}^2$...	β_8^2	$\sum_{k=1}^p \beta_k^2$
11 bit studios S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,165342
DataWalk S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orange Polska S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synektyk S.A.	-	-	-	* -0,083873	-	** -0,097701	-	*** 0,130592	-0,050982

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione wyniki, podobnie jak w przypadku klasycznych modeli *market timing*, mogą wynikać ze specyfiki modeli MT, ponieważ reakcje na niewielkie ruchy rynku nie są z użyciem tego modelu obserwowalne. Wyniki weryfikacji założeń KMNK dla modeli *market timing* o opóźnieniach rozłożonych przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Wyniki weryfikacji założeń MNK dla dynamicznych modeli MT (wartość p)

SPÓŁKA	11bitstudios S.A.	DataWalk S.A.	Orange Polska S.A.	Synektik S.A.
Założenie	Model 4a	Model 4b	Model 4c	Model 4d
Istotność korelacji ze zmienną objaśnianą	0,6991	Nieistotne parametry modelu	Nieistotne parametry modelu	0,1756
Test t-studenta	nie wymaga weryfikacji			0,5453
Homoscedastyczność Test White'a	0,958016			0,0621341
Brak autokorelacji Test DW	0,513838			0,759336
Normalność Test Shapiro-Wilka	2,79793e-009			8,90826e-008

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wyniki świadczą o tym, że reszty analizowanych modeli spełniają oczekiwane własności umożliwiające zastosowanie klasycznej metody najmniejszych kwadratów, tak zwanego założenia Gaussa-Markowa, jednak nie spełniają założenia o normalności rozkładu.

Wnioski

Weryfikacja oceny ryzyka i efektywności stóp zwrotu ze spółek innowacyjnych z zastosowaniem metody MNK do estymacji parametrów modeli wyceny aktywów CAPM i MT wykazały, że parametr beta jest istotny statystycznie jedynie dla wybranych spółek z sektora gier: 11 bit studios S.A. oraz telekomunikacji Orange Polska S.A., które okazały się defensywne. Natomiast zastosowanie techniki *market timing*, z uwagi na nieistotny statycznie parametr dla większości modeli, wykazało konieczność uwzględnienia dalszych zmian. Co ważniejsze, propozycja modyfikacji modeli z uwzględnieniem opóźnień rozłożonych indeksu giełdowego potwierdziła zasadność ich zastosowania dla spółek z sektora informatyki: DataWalk S.A., telekomunikacji: Orange Polska S.A. i biotechnologii: Synektik S.A. Tylko dla spółki z sektora gier zaobserwowano brak istotności opóźnień oraz parametr beta istotnie różny od zera, co oznacza, że prawidłowy w ocenie ryzyka systematycznego jest klasyczny model CAPM. W przypadku wszystkich pozostałych spółek w ocenie ryzyka systematycznego oraz dla części spółek w zakresie umiejętności wyczuwania krótkookresowych trendów wyniki potwierdziły, że prawidłowym miernikiem jest odpowiedni średniookresowy mnożnik. W świetle tych wyników, pomimo początkowych założeń o wysokim ryzyku systematycznym spółek innowacyjnych, wszystkie badane spółki okazały się defensywne.

Oznacza to niższą wartość ryzyka systematycznego, a zatem mniejszą zmienność stóp zwrotu w badanym okresie.

Bibliografia

- Adamik, A. (2015). Innowacyjność a proces rozwoju więzi partnerskich przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 891, *Ekonomiczne Problemy Usług*, 121, 43–63.
- Błach, J. (2018). *Innowacje finansowe w przedsiębiorstwie. Instrumenty, mechanizmy, efekty*. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- Cenesizoglu, T., Reeves, J.J. (2018). CAPM, components of beta and the cross section of expected returns. *Journal of Empirical Finance*, 49, 223–246.
- Czekaj, J., Woś, M., Żarnowski, J. (2001). *Efektywność giełdowego rynku akcji w Polsce*. Warszawa: PWN.
- Dietl, J. (1985). *Marketing*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Dybał, M. (2016). Analiza portfelowa. W *Rynek papierów wartościowych. Inwestorzy, instrumenty finansowe i metody ich wyceny*, U. Banaszczak-Soroka (red.). Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- GPW Benchmark. Data dostępu: 11.03.2020, <https://gpwbenchmark.pl/karta-indeksu?isin=PL9999998963>.
- Homa, M., Mościbrodzka, M. (2016). Dynamiczne wersje hybrydowych modeli market timing oraz weryfikacja ich przydatności w ocenie ryzyka i efektywności funduszy inwestycyjnych. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (79), 73–85.
- Jajuga, K., Jajuga, T. (2006). *Inwestycje. Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Nawrocki, T.L. (2017). Szanse i zagrożenia związane z inwestowaniem w akcje spółek innowacyjnych na przykładzie polskiego rynku kapitałowego. *Institute of Economic Research Working Papers*, 83.
- Nogalski, B., Niewiadomski, P. (2014). Zdolność do innowacji jako kompetencja elastycznego wytwórcy — od teorii do praktyki zarządzania. *Prace Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Gdańsku*, 37, 67–84.
- Markowski, L., Wędrowska, E. (2005). Inwestycje kapitałowe segmentu technologii innowacyjnych na Giełdzie Papierów Wartościowych. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 1, 25–35.
- Olbrys, J. (2008a). Parametryczne testy umiejętności wycucia rynku — porównanie wybranych metod na przykładzie OFI akcji. W *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych IX*. Z. Binderman (red.). Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 81–88.
- Olbrys, J. (2008b). Ocena umiejętności stosowania strategii market-timing przez zarządzających portfelami funduszy inwestycyjnych a częstotliwość danych. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 10. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, 96–105.
- Olbrys, J. (2008c). *Parametric tests for timing and selectivity in Polish mutual fund performance, Optimum. Studia Ekonomiczne*, 3 (39), 107–118.
- Olbrys, J. (2009). Conditional market-timing models for mutual fund performance evaluation. *Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego*, 4 (2), 519–532.
- Olbrys, J. (2011). Obciążenie estymatora współczynnika alfa Jensena a interpretacje parametrów klasycznych modeli market-timing. *Przegląd Statystyczny*, 42–59.
- Reilly, F.K., Brown, K.C. (2001). *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, t. 2, Warszawa: PWE.
- Starzyńska, D. (2015). Działalność innowacyjna przedsiębiorstw sektora usług według poziomu zaangażowanej wiedzy. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 891, *Ekonomiczne Problemy Usług*, 121, 123–138.

- Szatkowski, K. (2016). *Zarządzanie innowacjami i transferem technologii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Tarczyński, W., Witkowska, D., Kompa, K. (2013). *Współczynnik beta. Teoria i praktyka*. Warszawa: Pielaszek Research.
- Zalega, T. (2016). Nowe trendy konsumenckie jako przejaw innowacyjnych zachowań współczesnych konsumentów. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 46 (2), 202–225.