AKADEMIA BIALSKA NAUK STOSOWANYCH IM. JANA PAWŁA II

ECREG STUDIES
Vol. 15, No. 1, 2022
www.ers.edu.pl
PDF OPEN ACCESS
eISSN 2451-182X

sciendo

ECONOMIC AND REGIONAL STUDIES
STUDIA EKONOMICZNE I REGIONALNE

ISSN 2083-3725 Volume 15, No. 1, 2022

EFFECTIVENESS OF INVESTING IN THE STOCKS OF RENEWABLE ENERGY COMPANIES IN POLAND

EFEKTYWNOŚĆ INWESTYCJI W AKCJE SPÓŁEK ENERGETYKI ODNAWIALNEJ W POLSCE

Katarzyna Daniluk[1(A,B,C,D,E,F,G)]

[1]University of Lodz Doctoral School of Social Sciences, Poland
Szkoła Doktorska Nauk Społecznych Uniwersytetu Łódzkiego, Polska

Authors' contribution/
Wkład autorów:
A. Study design/ Zaplanowanie badań
B. Data collection/ Zebranie danych
C. Statistical analysis/ Analiza statystyczna
D. Data interpretation/ Interpretacja danych/
E. Manuscript preparation/ Przygotowanie tekstu
F. Literature search/ Opracowanie piśmiennictwa
G. Funds collection/ Pozyskanie funduszy

Citation:
Daniluk, K. (2022). Effectiveness of investing in the stocks of renewable energy companies in Poland/ Efektywność inwestycji w akcje spółek energetyki odnawialnej w Polsce. *Economic and Regional Studies, 15*(1), 47-55. https://doi.org/10.2478/ers-2022-0004

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: G11, G32, G41

Submitted:
January 2022

Accepted:
February 2022

Tables: 3
Figures: 0
References: 18

Abstract

Subject and purpose of work: This study investigates the effectiveness of equity investment in renewable energy companies. The aim of the research is to compare the effectiveness of investing in the stocks of companies from the conventional and renewable energy sector on the Warsaw Stock Exchange.
Materials and methods: The research material consisted of the stock prices of selected energy companies listed on the Warsaw Stock Exchange's Main Market and NewConnect. Representative investment portfolios were created and their average monthly logarithmic rates of return, standard deviations and Sharpe ratios for the period 2013–2020 were examined.
Results: The portfolios of renewable energy companies were characterised by higher risk, but also higher average returns; as a result, they achieved higher risk-adjusted efficiency ratios than the portfolios of conventional energy companies.
Conclusions: Shares in renewable energy companies, despite a significant risk, can be an attractive form of investment, which is crucial for privately financing the energy transformation in Poland.

Słowa kluczowe: equity investment, renewable energy sources, portfolio analysis, energy companies

ORYGINALNY ARTYKUŁ NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: G11, G32, G41

Zgłoszony:
styczeń 2022

Zaakceptowany:
luty 2022

Tabele: 3
Rysunki: 0
Literatura: 18

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Przedmiotem niniejszej pracy jest efektywność inwestycji w akcje spółek OZE. Celem badania jest porównanie efektywności inwestycji w akcje spółek z branży energii konwencjonalnej i odnawialnej na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie.
Materiały i metody: Materiał badawczy stanowiły ceny akcji wybranych spółek energetycznych notowanych na Rynku Głównym GPW w Warszawie oraz rynku NewConnect. Stworzono reprezentatywne portfele inwestycyjne, a następnie zbadano ich średnie miesięczne logarytmiczne stopy zwrotu, odchylenia standardowe oraz współczynniki Sharpe'a w latach 2013-2020.
Wyniki: Portfele spółek OZE charakteryzowało wyższe ryzyko, ale także wyższe średnie stopy zwrotu, w rezultacie czego osiągnęły one wyższe wskaźniki efektywności skorygowanej o ryzyko niż portfel spółek energii konwencjonalnej.
Wnioski: Akcje spółek OZE, pomimo znacznego ryzyka, mogą stanowić atrakcyjną formę inwestycji, co ma kluczowe znaczenie dla finansowania transformacji energetycznej w Polsce ze środków prywatnych.

Słowa kluczowe: inwestowanie w akcje, odnawialne źródła energii, analiza portfelowa, spółki energetyczne

Address for correspondence/ Adres korespondencyjny: *mgr Katarzyna Daniluk (ORCID 0000-0003-3346-8788), Szkoła Doktorska Nauk Społecznych UŁ, Uniwersytet Łódzki, ul. Matejki, 22/26, 90-237 Łódź, Poland; +48 42 635 52 37, e-mail: katarzyna.daniluk@edu.uni.lodz.pl*

Journal included in: ERIH PLUS; AgEcon Search; AGRO; Arianta; Baidu Scholar; BazEkon; Cabell's Whitelist; CNKI Scholar; CNPIEC – cnpLINKer; EBSCO Discovery Service; EBSCO-CEEAS; EuroPub; Google Scholar; Index Copernicus ICV 2017-2020: 100,00; J-Gate; KESLI-NDSL; MyScienceWork; Naver Academic; Naviga (Softweco); Polish Ministry of Science and Higher Education 2021: 20 points; Primo Central; QOAM; ReadCube; Semantic Scholar; Summon (ProQuest); TDNet; WanFang Data; WorldCat.
Copyright: © The Authors, 2022. **Publisher:** John Paul II University of Applied Sciences in Biala Podlaska, Poland.

Introduction

Climate change is one of the most challenging issues of the modern world, and there is a firm scientific consensus that climate change is occurring due to manmade greenhouse gas emissions, mainly from the burning of fossil fuels and changes in land use. The problem has received much attention from policymakers due to its widespread effects on businesses, households and economies. The physical risk of climate change – from natural disasters – leads to the destruction of capital, to the loss of human life and to the interruption of economic activities (IMF, 2020). Guo et al. (2021) predict that climate change will wipe out approximately 10% of the world's economic value by 2050 if rising temperature levels follow the current trend. As Mercer stated, for investors, especially institutional ones, climate change constitutes a high portfolio risk, although it also offers investment opportunities (Mercer, 2015).

As the public's environmental awareness increases, there is also growing interest in investmenting capital in renewable energy companies. Growing renewable energy investments have been observed since 2004 (Eyraud et al., 2011). Shares in renewable energy companies have been attracting investors' interest to such an extent that Bohl et al. (2013) identified the possibility of a speculative bubble among German renewable energy stocks between 2004 and 2008.

The fundamental purpose of this study was to investigate whether investments in the renewable energy stocks listed on the Warsaw Stock Exchange's Main Market and NewConnect were as effective as investments in conventional energy stocks. From a purely financial perspective, it is necessary to purchase the security which is most effective, that is, yielding the highest return for a given level of risk or the lowest risk for a given level of return (Markowitz, 1952). Consequently, only if an investment in the stocks of renewable energy companies is no less efficient than an investment in the stocks of conventional energy companies will investors be willing to buy shares in renewable energy companies. The research ignores the non-financial factors of investors' decisions, such as the desire to protect the environment, instead focussing on whether the capital market can finance energy transformation projects solely on the basis of its prime value system.

Wstęp

Proszę zamienić na: Zmiany klimatyczne stanowią jedno z największych wyzwań współczesnego świata. Istnieje powszechna zgoda naukowców co do tego, że zmiany klimatyczne są wynikiem emisji gazów cieplarnianych spowodowanych działalnością człowieka, głównie w efekcie spalania paliw kopalnych i zmian w użytkowaniu gruntów. Problemowi temu poświęcają wiele uwagi decydenci polityczni ze względu na jego rozległe skutki dla przedsiębiorstw, gospodarstw domowych i gospodarek. Fizyczne ryzyko zmian klimatu, spowodowane przez klęski żywiołowe, związane jest ze zniszczeniem zasobów kapitałowych, utratą życia ludzkiego i przerwaniem działalności gospodarczej (IMF, 2020). Guo i inni (2021) przewidują, że zmiany klimatyczne mogą zniszczyć około 10% światowego PKB do 2050 r., jeśli temperatura na świecie będzie rosnąć w dotychczasowym tempie. W opinii Mercer (2015), dla inwestorów, zwłaszcza instytucjonalnych, zmiany klimatu generują wysokie ryzyko portfelowe, choć oferują również nowe możliwości inwestycyjne.

Wraz ze wzrostem świadomości ekologicznej społeczeństwa, rośnie również zainteresowanie inwestycjami kapitałowymi w firmy zajmujące się energią odnawialną. Rosnące inwestycje w energetykę odnawialną obserwuje się od 2004 roku (Eyraud i in., 2011; New Energy Finance, 2010). Akcje spółek z sektora energii odnawialnej wzbudzają zainteresowanie inwestorów do tego stopnia, że Bohl i in. (2013) zidentyfikowali możliwość wystąpienia bańki spekulacyjnej wśród niemieckich akcji spółek z sektora energii odnawialnej w latach 2004-2008.

Podstawowym celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy inwestycje w akcje spółek z sektora energii odnawialnej notowanych na Rynku Głównym GPW w Warszawie oraz rynku NewConnect są równie efektywne jak inwestycje w akcje spółek z sektora energii konwencjonalnej. Z czysto finansowego punktu widzenia, należy nabywać takie papiery wartościowe, które są najbardziej efektywne, a więc odznaczają się najwyższą stopą zwrotu przy danym poziomie ryzyka lub najniższym ryzykiem przy danym poziomie zwrotu (Markowitz, 1952). W konsekwencji, tylko w przypadku, gdy inwestycja w akcje spółek z branży OZE nie będzie mniej efektywna niż inwestycja w akcje spółek z branży energii konwencjonalnej, inwestorzy będą skłonni do zakupu udziałów w spółkach OZE. W badaniach odstąpiono od analizy pozafinansowych czynników decyzji inwestorów, takich jak chęć ochrony środowiska, i skupiono się na ustaleniu, czy polski rynek kapitałowy jest w stanie sfinansować projekty transformacji energetycznej tylko w oparciu o swój podstawowy system wartości.

Literature review

The literature on clean energy investing has been growing rapidly in recent years. A number of existing studies have indicated a relationship between the share prices of green energy companies and those of high-tech companies, whereas oil price shocks have had only a limited impact on their performance (Managi and Okimoto, 2013; Bondia et al., 2016; Henriques and Sadorsky, 2008). This is due to the fact that technology companies are the main input suppliers for companies operating in the green energy industry (Omri et al., 2015; Maji, 2015). However, Dawar et al. (2021) recently used a quantile regression analysis method and found that oil prices have a significant, but time-delayed impact on clean energy stock returns, indicating that the impact varies with market conditions.

The efficiency of investment portfolios containing shares of companies operating in the green energy industry has been relatively less studied; however, it is possible to identify several studies relevant to this problem. Derwall et al. (2005) conducted research on two different equity portfolios consisting of US stocks between 1995 and 2003 that differed in their eco-efficiency; they found both environmental and financial superiority in the higher ranged portfolio. Ziegler et al. (2011) reported that it was financially beneficial to compose a portfolio by taking a long position in European and American companies with established corporate climate impact disclosures and shorting those with no disclosure practices.

Ibicunle and Steffen (2017) investigated the financial performance of European green, black (fossil fuel energy and natural resources) and conventional mutual funds in the period 1991–2014. They found that green mutual funds significantly underperformed relative to conventional funds, but that the risk-adjusted performance differences between the green and black mutual funds were not significant.

New research conducted in the international financial markets indicates the existence of a risk premium based on a firm's environmental performance. Amon, Rammerstorfer and Weinmayer (2021) researched daily stock price data for the firms included in two separate indexes – the S&P 500 and the Eurostoxx 600 – between 2005 and 2018, finding that a simple passive asset selection strategy based on environmental criteria allowed ecologically-minded investors to adjust their portfolios without compromising or even reducing risk-adjusted financial performance.

To the best of the author's knowledge, similar studies have not yet been conducted on the Polish market. The present study may partially fill this research gap and initiate research on the effectiveness of investments in renewable energy companies in Poland.

Przegląd literatury

Literatura z zakresu inwestowania w czystą energię rozwija się w ostatnich latach bardzo dynamicznie. Wiele istniejących badań skupia się na wskazywaniu zależności pomiędzy cenami akcji spółek z branży zielonej energii, a cenami akcji spółek z branży high-tech, podczas gdy szoki cenowe ropy naftowej mają jedynie ograniczony wpływ na ich wyniki (Managi i Okimoto, 2013; Bondia i in., 2016; Henriques i Sadorsky, 2008). Jest to spowodowane faktem, że firmy technologiczne są głównymi dostawcami czynników produkcji dla firm funkcjonujących w branży zielonej energii (Omri i in., 2015; Maji, 2015). Jednak ostatnio Dawar i in. (2021) wykorzystali metodę analizy regresji kwantylowej i wykazali, że ceny ropy naftowej mają znaczący, ale opóźniony w czasie wpływ na zwroty z akcji czystej energii, co wskazuje, że wpływ ten zmienia się w zależności od warunków rynkowych.

Efektywność portfeli inwestycyjnych złożonych z akcji spółek funkcjonujących w branży zielonej energii jest stosunkowo słabo zbadana, jednakże można wskazać kilka istotnych dla tego problemu opracowań. Derwall i in. (2005) przeprowadzili badania dwóch różnych portfeli akcyjnych składających się z akcji amerykańskich w latach 1995-2003, różniących się eko-efektywnością i wykazali zarówno przewagę ekologiczną, jak i finansową portfela o wyższym poziomie efektywności. Ziegler i in. (2011) wykazali, że korzystne finansowo jest skomponowanie portfela poprzez zajęcie długiej pozycji na spółkach europejskich, jak również amerykańskich, które posiadają ugruntowane praktyki ujawniania informacji o wpływie przedsiębiorstw na klimat i krótką pozycję w tych, które nie stosują praktyk ujawniania takich informacji.

Ibicunle i Steffen (2017) zbadali wyniki finansowe europejskich zielonych, brudnych (energia kopalna i zasoby naturalne) i klasycznych funduszy inwestycyjnych w latach 1991-2014. Stwierdzili, że zielone fundusze inwestycyjne osiągają znacząco gorsze wyniki niż fundusze klasyczne, ale różnice w wynikach skorygowanych o ryzyko pomiędzy zielonymi i brudnymi funduszami inwestycyjnymi nie były znaczące.

Nowe badania przeprowadzone na międzynarodowych rynkach finansowych wskazują na istnienie premii za ryzyko opartej na wynikach środowiskowych firmy. Amon, Rammerstorfer i Weinmayer (2021) badali dane dotyczące dziennych cen akcji firm wchodzących w skład dwóch oddzielnych indeksów: S&P 500 i Eurostoxx 600 w latach 2005-2018, wykazując, że prosta pasywna strategia selekcji aktywów oparta na kryteriach środowiskowych pozwalała ekologicznym inwestorom dostosować swoje portfele bez pogorszenia lub nawet zmniejszenia wyników finansowych skorygowanych o ryzyko.

Według najlepszej wiedzy autora, podobne badania nie były jeszcze przeprowadzane na rynku

Research methods

The study involved selected stocks of companies listed on the Warsaw Stock Exchange's Main Market and NewConnect between 2013 and 2020. The main objective of the study was to verify the possible differences in performance, risk and risk-adjusted efficiency of investment portfolios based on public companies from the conventional and renewable energy sector in Poland.

The source of data for the analysis was the website Stooq.pl. The portfolios included companies in the WSE WIG-energy index and other companies with a sufficiently large capitalisation and market history whose financial data for the study period were available. This means that this is not a comprehensive study, but rather an attempt to create representative portfolios of companies with a focus on conventional or renewable energy activity.

The study assumed the construction of three representative investment portfolios composed from stocks of conventional energy companies operating in the industry listed on the WSE Main Market in Warsaw, shares of listed RES companies on the Main Market and shares of RES companies listed on the NewConnect market. Assignment of companies to the corresponding portfolio was held on the basis of analysis of the codes of the Polish Classification of Activities and, in addition, business descriptions of companies from the energy sector posted on their official websites were verified. The analysis assumed equal shares of particular companies in the portfolio.

The analysis assumed monthly rates of return from dividend on stocks, calculated from the closing prices of the last day of each month according to the following formula:

$$R_{it} = (\ln P_{i,t} - \ln P_{i,t-1}) \cdot 100,$$

where:

R_{it} – monthly rate of return of the *i*-th security in the period *t*,
P_{it} – price of the *i*-th security in the period *t* and
$P_{i(t-1)}$ – price of the *i*-th security in the period *t–1*.

Portfolio total risk is a function of individual assets risk, the amount invested in each asset and, most importantly, the relationship between assets. It was calculated using matrix algebra:

$$\sigma_p^2 = (w_1 \quad \cdots \quad w_k) \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \cdots & \sigma_{1,k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,k} & \cdots & \sigma_k^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_k \end{pmatrix},$$

where:

Metody badawcze

Przedmiotem badania były wybrane akcje spółek notowanych na Rynku Głównym Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie oraz na rynku NewConnect w latach 2013-2020. Głównym celem badania była weryfikacja możliwych różnic w wynikach, ryzyku i efektywności skorygowanej o ryzyko portfeli inwestycyjnych zbudowanych w oparciu o spółki publiczne z sektora energetyki konwencjonalnej i odnawialnej w Polsce.

Źródłem danych do analizy był portal stooq.pl. W skład portfeli weszły spółki należące do indeksu WIG-energia na GPW w Warszawie, a także inne spółki z branży energetycznej posiadające odpowiednio dużą kapitalizację i historię rynkową, których dane finansowe za okres 2013-2020 były dostępne. Oznacza to, że nie jest to badanie całościowe, ale raczej próba stworzenia reprezentatywnych portfeli spółek, których działalność koncentruje się na energii konwencjonalnej lub takich, w których energia odnawialna stanowi istoty udział.

Badanie zakładało konstrukcję trzech reprezentatywnych portfeli inwestycyjnych składających się odpowiednio z akcji spółek działających w branży energii konwencjonalnej notowanych na Rynku Głównym GPW w Warszawie, akcji spółek OZE notowanych na Rynku Głównym oraz akcji spółek OZE notowanych na rynku NewConnect. Przypisanie spółek do odpowiedniego portfela odbyło się na podstawie analizy kodów Polskiej Klasyfikacji Działalności przedsiębiorstw oraz, dodatkowo, zweryfikowano opisy działalności spółek z branży energetycznej umieszczone na ich oficjalnych stronach internetowych. W analizie przyjęto równe udziały akcji poszczególnych spółek w portfelu.

Przyjęto miesięczne stopy zwrotu akcji obliczone na podstawie kursów zamknięcia z ostatniego dnia każdego miesiąca według następującej formuły, uwzględniającej zwrot z dywidendy, co przedstawia się następująco:

$$R_{it} = (\ln P_{i,t} - \ln P_{i,t-1}) \cdot 100,$$

gdzie:

R_{it} – miesięczna stopa zwrotu i-tego papieru wartościowego w okresie t,
P_{it} – cena i-tego papieru wartościowego w okresie *t*,
$P_{i(t-1)}$ – cena i-tego papieru wartościowego w okresie *t–1*.

Ryzyko całkowite portfela, które to wyraża się funkcją ryzyka poszczególnych aktywów, kwoty

σ_p^2 – portfolio variance, $(w_1 \quad \cdots \quad w_k)$ is the transposed vector of weights,

$\begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{1,k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,k} & \cdots & \sigma_k^2 \end{pmatrix}$ is the variance-covariance matrix and $\begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_k \end{pmatrix}$ is the vector of weights.

Then, the standard deviation of a portfolio was calculated as follows:

$$\text{Std} = \sqrt{\sigma_p^2},$$

where Std is the portfolio standard deviation.

The key indicator for assessing an investment's attractiveness to an investor is its return-to-risk ratio, or efficiency, which in this study is expressed by the Sharpe ratio. The higher the value of the Sharpe ratio, the more efficient an investment is; in other words, it produces the highest return for a given level of risk or the lowest risk for a given level of return. The Sharpe ratio, which is the average return earned in excess of the risk-free rate per unit of volatility or total risk, was calculated by the following formula:

$$\text{Sh} = (\text{Ri} - \text{Rf}) / \text{Si},$$

where:

Ri – average return on the portfolio during the period *i*,

Rf – average risk-free rate of return in the same period and

Si – standard deviation of portfolio return in the same period.

The risk-free rate of return was estimated on the basis of Treasury bills with a 52-week maturity.

Results

The study included eight conventional energy companies and nine renewable energy companies for which there was no doubt as to their classification in the appropriate portfolio. The portfolio of companies operating in the conventional energy sector included firms whose activities are centred on the generation, transmission and sale of electricity and heat from fossil fuels, mainly coal and lignite. It should be noted,

zainwestowanej w każdy z nich oraz relacji pomiędzy aktywami, obliczono z wykorzystaniem algebry macierzowej, co przedstawia poniższy wzór:

$$\sigma_p^2 = (w_1 \quad \cdots \quad w_k) \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{1,k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,k} & \cdots & \sigma_k^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_k \end{pmatrix},$$

gdzie:

σ_p^2 – wariancja portfela, $(w_1 \quad \cdots \quad w_k)$ – transponowany wektor wag,

$\begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{1,k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,k} & \cdots & \sigma_k^2 \end{pmatrix}$ – macierz wariancji-kowariancji,

$\begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_k \end{pmatrix}$ – wektor wag.

Następnie obliczono odchylenie standardowe portfela w następujący sposób:

$$\text{Std} = \sqrt{\sigma_p^2},$$

gdzie:

Std – odchylenie standardowe portfela.

Kluczowym wskaźnikiem oceny atrakcyjności inwestycji dla inwestora jest stosunek jej dochodowości do ryzyka, czyli efektywności, która w niniejszym badaniu wyrażona jest wskaźnikiem Sharpe'a. Im wyższa wartość wskaźnika Sharpe'a, tym bardziej efektywna jest inwestycja, tzn. przynosi najlepsze rezultaty przy danym poziomie ryzyka lub najniższe ryzyko dla określonego poziomu zysku. Wskaźnik Sharpe'a, który jest średnim zyskiem ponad stopę wolną od ryzyka na jednostkę ryzyka całkowitego, obliczono według wzoru:

$$\text{Sh} = (\text{Ri} - \text{Rf}) / \text{Si},$$

gdzie:

Ri – średnia stopa zwrotu z portfela w okresie i,

Rf – średnia stopa zwrotu wolna od ryzyka w tym samym okresie,

Si – odchylenie standardowe stopy zwrotu portfela w tym samym okresie.

Stopa zwrotu wolna od ryzyka została oszacowana na podstawie dochodowości bonów skarbowych o 52-tygodniowym terminie wykupu.

Wyniki

Przeprowadzone badanie objęło 8 spółek z branży energii konwencjonalnej oraz 9 spółek z branży energii odnawialnej, co do których nie było wątpliwości odnośnie ich klasyfikacji do odpowiedniego portfela. W skład portfela spółek funkcjonujących w branży energii konwencjonalnej weszły przedsiębiorstwa, których działalność koncentruje się wokół wytwarzania, przesyłania i sprzedaży energii

however, that due to the rising prices of CO2 emission allowances and the long-term energy transformation of the country, companies operating in the conventional energy sector are undertaking numerous activities aimed at transforming to zero- and low-emission sources. For example, in 2020, among the fuels and other primary energy sources used to generate electricity in the company TauronPE, renewable energy sources constituted 20.32% (https://www.tauron.pl/tauron/o-tauronie/struktura-paliw, accessed on 01 February 2022), and in the company PGE this figure was 9.15% (https://www.gkpge.pl/bip/Struktura-paliw, accessed on 01 February 2022). Nevertheless, at the time of the study, energy coming from fossil fuel combustion was still the predominant energy source in all the enterprises in forming the portfolio of conventional energy companies. On the other hand, the portfolio of companies operating in the renewable energy sector included companies that have been continuously involved in the green energy or energy transition sector for many years, such as the photovoltaic/solar energy industry (Photon Energy, Sunex, Grodno, Columbus, Novavis and 01Cyberaton), the wind energy industry (Figene and Novavis) or the biomass energy industry (Biomass Energy). Due to the chosen research period, many young renewable energy companies that appeared on the Warsaw Stock Exchange after 2013 were not included in this analysis. Table 1 presents the companies that were the subject of the study.

elektrycznej i ciepła pochodzących ze spalania paliw kopalnych, tj. głównie węgla kamiennego i brunatnego. Należy jednak zaznaczyć, że ze względu na rosnące ceny uprawnień do emisji CO2 i długofalowe przemiany energetyczne kraju, spółki działające w branży energii konwencjonalnej podejmują liczne działania służące transformacji w kierunku źródeł zero i niskoemisyjnych. Dla przykładu, w roku 2020 w strukturze paliw i innych nośników energii pierwotnej zużywanych do wytwarzania energii elektrycznej spółki TauronPE, odnawialne źródła energii stanowiły już 20,32% (https://www.tauron.pl/tauron/o-tauronie/struktura-paliw, dostęp: 01.02.2022), zaś w spółce PGE- 9,15% (https://www.gkpge.pl/bip/Struktura-paliw, dostęp: 01.02.2022). Nie mniej jednak, na moment przeprowadzania badania energia pochodząca ze spalania paliw kopalnych wciąż dominowała w strukturze nośników energii wszystkich przedsiębiorstw tworzących portfel spółek energii konwencjonalnej. Z drugiej strony, w skład portfela spółek działających w branży energii odnawialnej weszły przedsiębiorstwa, które nieprzerwanie od wielu lat znaczną część swojej działalności wiążą z sektorem zielonej energii lub przemian energetycznych, m.in. branżą fotowoltaiczną/energii słonecznej (Photon Energy, Sunex, Grodno, Columbus, Novavis, 01Cyberaton), branżą energii wiatrowej (Figene, Novavis), czy branżą energii pochodzącej z biomasy (Biomass Energy). Ze względu na przyjęty okres badawczy część młodych spółek OZE, które pojawiły się na polskiej GPW w Warszawie po 2013 roku nie zostało ujętych w niniejszej analizie. W Tabeli 1 przedstawiono spółki stanowiące przedmiot badania.

Table 1. Companies from the energy sector in Poland included in the research
Tabela 1. Spółki z branży energetycznej w Polsce objęte badaniem

Conventional energy companies / Spółki z branży energii konwencjonalnej		Renewable energy companies / Spółki z branży energii odnawianej (OZE)	
BDZ (BEDZIN)	WSE MAIN MARKET	PEN (PHOTON ENERGY)	WSE MAIN MARKET
CEZ		PEP	
ENA (ENEA)		SNX (SUNEX)	
IRL (INTERAOLT)		GRN (GRODNO)	
KGN (KOGENERA)		CLC (COLUMBUS)	NEWCONNECT
PGE		NVG (NOVAVIS)	
TPE (TAURONPE)		01C (01CYBERATON)	
ZEP (ZEPAK)		BEP (BIOMASS ENERGY)	
		FIG (FIGENE)	

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

At first, time series of monthly returns of selected stocks were created for the period 2013–2020, and then their arithmetic means and total risk, as measured by the standard deviation of returns, were calculated. The average return and risk of stocks of individual companies and entire investment portfolios are presented in Table 2.

W pierwszej kolejności stworzono szeregi czasowe miesięcznych stóp zwrotu wybranych akcji za okres 2013-2020, a następnie obliczono ich średnie arytmetyczne oraz ryzyko całkowite mierzone odchyleniem standardowym stóp zwrotu. Średnią dochodowość oraz ryzyko akcji poszczególnych spółek oraz całych portfeli inwestycyjnych przedstawiono w Tabeli 2.

Table 2. Average monthly logarithmic returns and standard deviations of conventional and renewable energy companies stocks in Poland, 2013–2020
Tabela 2. Przeciętne miesięczne logarytmiczne stopy zwrotu oraz odchylenia standardowe (%) akcji spółek z branży energii konwencjonalnej i odnawialnej w Polsce w okresie 2013-2020

Conventional energy companies/ Spółki z branży energii konwencjonalnej				Renewable energy companies/ Spółki z branży energii odnawianej (OZE)			
Company/ Spółka	Average monthly return/ Średnia miesięczna stopa zwrotu (%)	Standard deviation/ Odchylenie standardowe (%)		Company/ Spółka	Average monthly return/ Średnia miesięczna stopa zwrotu (%)	Standard deviation/ Odchylenie standardowe (%)	
BDZ	-0.93	8.38	WSE MAIN MARKET	PEN	7.63	22.51	WSE MAIN MARKET
CEZ	0.38	5.41		PEP	1.88	10.53	
ENA	-0.80	10.22		SNX	6.97	23.86	
IRL	0.76	10.98		GRN	5.34	18.65	
KGN	-0.75	9.43		Portfolio/ Portfel	1.46	13.23	
PGE	-0.89	10.78		CLC	4.79	28.21	NEWCONNECT
TPE	-0.45	11.35		NVG	-1.42	21.01	
ZEP	-0.85	10.20		01C	0.07	32.34	
Portfolio/ Portfel	-0.44	5.94		BEP	0.93	26.01	
				FIG	1.08	28.77	
				Portfolio/ Portfel	1.09	14.24	

Source: Own elaboration based on Stooq.com
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Stooq.com

During the study period equity portfolios of renewable energy companies, from both the Main Market and NewConnect, generated higher average monthly rates of return than the portfolios of conventional energy companies. At the same time, it should be noted that the companies in the portfolio of conventional energy companies were characterised by significantly lower risk. The high volatility of companies in the renewable energy sector is primarily due to their innovative nature and the significant interest of investors and speculators in this asset class. The increased risk of investing in renewable energy companies, as measured by the volatility of their returns, was also noted by researchers of other markets. For example, Wen et al. (2014) found that shares of renewable energy-related companies were more volatile than those of fossil fuel energy companies in Chinese stock markets from August 2006 to September 2012.

However, average investment returns and their standard deviations alone are not sufficient for a comprehensive assessment of investment performance. The relation between these two values is crucial, so the final step of the study was to measure effectiveness. Table 3 presents the average results of the investment portfolios.

W badanym okresie portfele akcji spółek OZE, zarówno z Rynku Głównego, jak i NewConnect pozwoliły na wygenerowanie wyższych średnich miesięcznych stóp zwrotu niż portfel spółek z branży energii konwencjonalnej. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że spółki wchodzące w skład portfela spółek energii konwencjonalnej cechowało znacznie niższe ryzyko. Wysoka zmienność spółek z branży energii odnawialnej wynika przede wszystkim z ich innowacyjnego charakteru oraz znacznego zainteresowania inwestorów i spekulantów tą klasą aktywów. Na zwiększone ryzyko inwestycji w spółki energii odnawialnej mierzone zmiennością ich stóp zwrotu zwracali uwagę też badacze innych rynków. Dla przykładu, Wen i in. (2014) stwierdzili, że akcje spółek związanych z energią odnawialną były bardziej zmienne niż akcje spółek z energią z paliw kopalnych na chińskich rynkach akcji od sierpnia 2006 r. do września 2012 r.

Jednakże średnie stopy zwrotu z inwestycji oraz ich odchylenia standardowe nie wystarczą do całościowej oceny efektywności inwestycji. Zależność pomiędzy tymi dwoma wartościami jest kluczowa, dlatego ostatnim etapem badania był pomiar efektywności. W Tabeli 3 przedstawiono średnie wyniki stworzonych portfeli inwestycyjnych.

Table 3. Summarised indicators of profitability, risk and risk-adjusted efficiency of portfolios of companies from the energy sector in Poland, 2013–2020
Tabela 3. Podsumowanie wskaźników dochodowości, ryzyka i efektywności skorygowanej ryzyko badanych portfeli spółek z branży energetycznej w Polsce w latach 2013-2020

Portfolio/ Portfel	Average monthly return/ Średnia miesięczna stopa zwrotu(%)	Standard deviation/ Odchylenie standardowe (%)	Sharpe Ratio/ Wskaźnik Sharpe'a
Conventional Energy Companies (WSE Main Market)/ Spółki z branży energii konwencjonalnej (Rynek Główny GPW w Warszawie)	-0.44	5.94	-0.07
Renewable Energy Companies (WSE Main Market)/ Spółki z branży OZE (Rynek Główny GPW w Warszawie)	1.46	13.23	0.11
Renewable Energy Companies (NewConnect)/ Spółki z branży OZE (NewConnect)	1.09	14.24	0.08

Source: Own elaboration based on Stooq.com
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Stooq.com

During the study period, the portfolio of companies from the conventional energy industry yielded on average a negative monthly rate of return, which resulted in a negative value for the efficiency ratio. Despite the low risk in relation to portfolios of companies from the renewable energy industry, the portfolio was characterised by lower efficiency.

The Main Market and NewConnect portfolios of renewable energy companies had a similar level of risk, but the portfolio of Main Market renewable energy companies generated a higher average rate of return, resulting in a higher Sharpe ratio. This means that in the study period, covering the years 2013 to 2020, the portfolio of companies from the renewable energy sector listed on the Main Market of the Warsaw Stock Exchange had the highest effectiveness.

W badanym okresie portfel spółek z branży energii konwencjonalnej przyniósł średnio ujemną miesięczną stopę zwrotu, co przyłożyło się na ujemną wartość wskaźnika efektywności. Pomimo niewielkiego ryzyka w stosunku do portfeli spółek z branży energii odnawialnej, portfel ten cechowała niższa efektywność.

Portfele spółek OZE z Rynku Głównego oraz NewConnect posiadały zbliżony poziom ryzyka, przy czym portfel spółek OZE z Rynku Głównego wygenerował wyższą średnią stopę zwrotu, co wpłynęło na wyższą wartość wskaźnika Sharpe'a. Oznacza to, że w przyjętym okresie badawczym obejmującym lata 2013-2020 najwyższą efektywność posiadał portfel spółek z branży energii odnawialnej notowanych na Rynku Głównym GPW w Warszawie.

Conclusions

As climate change continues to threaten not only the future of the global economy, but also human life on earth, investment in renewable energy sources has become a necessity today. Fortunately, public awareness of the problem is constantly growing and consumers are more and more willing to purchase products that do not harm the environment. This paper examines the effectiveness of investments in selected renewable energy companies in Poland compared to companies operating in the conventional energy industry to investigate whether investments in renewable energy companies are an effective form of capital allocation for investors.

During the study period of 2013–2020, portfolios of renewable energy companies listed on both the Main Market of the Warsaw Stock Exchange and the NewConnnect market achieved higher risk-adjusted efficiency ratios than portfolios of conventional energy companies. Furthermore, the study revealed the significant risk of renewable energy portfolios, as measured by the standard deviation of returns, though this was compensated for by correspondingly higher rates of return.

Podsumowanie

Ze względu na postępujące zmiany klimatu zagrażające nie tylko przyszłości gospodarki światowej, ale także życiu ludzkiemu na ziemi, inwestycje w odnawialne źródła energii w dzisiejszych czasach stały się koniecznością. Na szczęście świadomość społeczna tego problemu stale rośnie, a konsumenci coraz chętniej sięgają po produkty, które nie szkodzą środowisku. W niniejszej pracy zbadano efektywność inwestycji w wybrane spółki energii odnawialnej w Polsce w porównaniu do spółek funkcjonujących w branży energii konwencjonalnej, by sprawdzić czy inwestycje w spółki OZE stanowią efektywną formę alokacji kapitału dla inwestorów.

W badanym okresie obejmującym lata 2013-2020 portfele spółek OZE notowanych zarówno na Rynku Głównym GPW w Warszawie, jak i na rynku NewConnnect osiągnęły wyższe wskaźniki efektywności skorygowanej o ryzyko niż portfel spółek energii konwencjonalnej. Owe badanie ujawniło także znaczne ryzyko portfeli spółek OZE mierzone odchyleniem standardowym stóp zwrotu, które to zostało jednak zrekompensowane przez odpowiednio wyższe stopy zwrotu.

The results of this study confirm that the stocks of renewable energy companies, despite significant risk, can be an attractive form of investment, which is crucial for privately financing the energy transformation in Poland. Nonetheless, it should be emphasised that due to the lack of available data, the study did not cover all companies from the energy sector listed on the Polish capital market, and it constitutes only a representative sample of Polish companies' stocks, which justifies the need to conduct similar analyses in the future.

Wyniki uzyskane w niniejszym badaniu potwierdzają, że inwestycje w spółki OZE, pomimo znacznego ryzyka, mogą stanowić atrakcyjną formę inwestycji, co ma kluczowe znaczenie dla finansowania transformacji energetycznej w Polsce ze środków prywatnych. Należy jednakże podkreślić, że ze względu na brak dostępnych danych, badanie nie objęło wszystkich spółek z branży energetycznej notowanych na polskim rynku kapitałowym, a stanowi jedynie reprezentatywną próbę akcji polskich spółek, co uzasadnia konieczność przeprowadzania podobnych analiz w przyszłości.

References / Literatura:

1. Amon, J., Rammerstorfer, M., Weinmayer, K. (2021). Environmental Portfolios –Evidence from Screening and Passive Portfolio Management. *Sustainability*, 13, 12647. https://doi.org/10.3390/su132212647
2. Bohl, M.T., Kaufmann, P., Stephan, P.M. (2013). From Hero to Zero: Evidence of Performance Reversal and Speculative Bubbles in German Renewable Energy Stocks. *Energy Economics*, *37*, 40-51. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.01.006
3. Bondia, R., Ghosh, S., Kanjilal, K. (2016). International crude oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies: evidence from non-linear cointegration tests with unknown structural breaks. *Energy, 101*, 558-565. https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.031
4. Derwall, J., Guenster, N., Bauer, R., Koedijk, K. (2005). The Eco-Efficiency Premium Puzzle. Financial Analysts Journal, *61*(2). https://doi.org/10.2469/faj.v61.n2.2716
5. Eyraud, L., Clements, B., Wane, A. (2013). Green investment: trends and determinants. *Energy Policy*, *60*(C), 852-865. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.039
6. Guo, J., Kubli, D., Saner, P. (2021). The *Economics of Climate Change: No Action Not an Option. Technical report.* Zurich: Swiss Re Institute.
7. Henriques, I., Sadorsky, P. (2008). Oil prices and the stock prices of alternative energy companies. *Energy Econ*., *30*, 998-1010. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.11.001
8. Ibikunle, G., Steffen, T. (2017). European Green Mutual Fund Performance: A Comparative Analysis with their Conventional and Black Peers*. Journal of Business Ethics*, *145*(2), 337-355. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2850-7
9. International Monetary Fund. (2020)*. Climate change: Physical risk and equity, Global Financial Stability Report: Markets in the time of COVID-19*. Technical report. Washington: International Monetary Fund.
10. Maji, K.I. (2015). Does clean energy contribute to economic growth? Evidence from Nigeria. *Energy Rep*. 1, 145-150. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2015.06.001
11. Managi, S., Okimoto, T. (2013). Does the price of oil interact with clean energy prices in the stock market?. *Jpn. World Econ*., 27, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.japwor.2013.03.003
12. Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, *7*(1),77-91. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x
13. Mercer, L. (2015). *Investing in a time of climate change.* London, UK: Mercer International Finance Corporation and the UK Department for International Development.
14. Omri, A., Mabrouk, N.B., Sassi-Tmar, A. (2015). Modeling the causal linkages between nuclear energy: renewable energy and economic growth in developed and developing countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 42, 1012-1022. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.046
15. Wen X., Guo, Y., Wei, Y., Huang, D. (2014*). How do the stock prices of new energy and fossil fuel companies correlate? Evidence from China.* Energy Econ., 41, pp. 63-75. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.10.018
16. Ziegler, A., Busch, T., Hoffmann, V. H. (2011). Disclosed corporate responses to climate change and stock performance: An international empirical analysis. *Energy Economics*, *33*(6), 1283-1294. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.007
17. https://www.tauron.pl/tauron/o-tauronie/struktura-paliw (dostęp: 01.02.2022).
18. https://www.gkpge.pl/bip/Struktura-paliw (dostęp: 01.02.2022).

OPEN ACCESS

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl) allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.