

dr hab. Zbigniew Krysiak,
prof. SGH
Szkoła Główna Handlowa
w Warszawie
Kolegium Nauk
o Przedsiębiorczości
Instytut Finansów Korporacji
i Inwestycji
e-mail: zkrysiak@sgh.waw.pl
ORCID: 0000-0002-5894-7075

Atrakcyjność inwestowania w akcje i fundusze ETF sektora nuklearnego

Attractiveness of investing in nuclear sector of stocks and ETF funds

Słowa kluczowe:

Fundusze ETF, indeksy
giełdowe, aktywa nuklearne,
stopa zwrotu, skumulowana
stopa zwrotu, ryzyko,
przemysł jądrowy, reaktory
jądrowe, małe modularne
reaktory, SMR-y, elektrownie
atomowe, reaktory
wysokotemperaturowe
HTGR

Keywords:

ETFs, stock indices, nuclear
assets, rate of return,
cumulative rate of return,
risk, nuclear industry,
nuclear reactors, small
modular reactors, SMRs,
nuclear power plants, high
temperature reactors HTGR

JEL:

E44, F21, G11, G15,
G23, G32

Streszczenie: Prezentowane badanie dotyczy kształtowania się stóp zwrotu oraz ryzyka spółek i funduszy ETF z sektora nuklearnego notowanych na giełdach w USA, Wielkiej Brytanii i Chinach. Wykazano, że procesy fundamentalne dotyczące silnego wzrostu inwestycji w przemyśle jądrowym mocno przekładają się na liczbę nowych notowań spółek i funduszy ETF z tej branży, co z kolei przełożyło się na dużo wyższe stopy zwrotu dla tych aktywów w stosunku do głównych indeksów giełdowych. Dokonana analiza porównawcza pomiędzy spółkami nuklearnymi i indeksami wskazuje, że na całym świecie obserwuje się silne trendy wzrostowe, co pociąga zainteresowanie inwestorów ze względu na dużą dla nich atrakcyjność korzyści finansowych, co także jednocześnie tworzy istotne źródło finansowania przemysłu jądrowego z rynku kapitałowego.

Abstract: The presented study concerns the formation of rates of return and risk of companies and ETF funds from the nuclear sector listed on stock exchanges in the USA, Great Britain and China. It has been shown that fundamental processes related to the strong growth of investments in the nuclear industry have a strong impact on the number of new listings of companies and ETF funds from this industry, which in turn has translated into much higher rates of return for these assets in relation to the main stock exchange indices. The comparative analysis carried out between nuclear companies and indices indicates that strong growth trends are observed all over the world, which attracts the interest of investors due to the high attractiveness of financial benefits for them, which also creates a significant source of financing for the nuclear industry from the capital market.

Problematyka badawcza, cel i hipoteza

Od kilku ostatnich lat obserwuje się w świecie istotny wzrost działań w zakresie rozwoju badań, konstrukcji i budowy małych reaktorów jądrowych przeznaczonych do produkcji ciepła i energii elektrycznej. W związku z tym powstaje pytanie, czy takie trendy przekładają się na procesy finansowania i inwestowania w branży zajmującej się szeroko pojętymi technologiami nuklearnymi. Obecnie rozwijają się kierunki budowy elektrowni jądrowych, które polegają na produkcji i montowaniu reaktorów w fabryce, a następnie transporcie ich na miejsce lokalizacji elektrowni. Dotychczas dominowały tzw. duże elektrownie jądrowe o mocy powyżej 500 MW, których budowa odbywała się w docelowym miejscu ich operacyjnej działalności. Obecny postęp w konstrukcji, technice, technologii i budowie małych reaktorów jądrowych (ang. Small Modular Reactors, SMR) powoduje szybki rozwój przemysłu nuklearnego, a w związku z tym silnie zwiększa się popyt ze strony rynku, co pociąga za sobą duże możliwości generowania zysków dla producentów i inwestorów. Taka sytuacja powoduje, że rośnie zainteresowanie finansowaniem w SMR-ów. W ostatnich latach uruchomiono w świecie liczne fundusze inwestycyjne służące finansowaniu przedsięwzięć nuklearnych, a ponadto wzrosło zainteresowanie przedsiębiorstw z branży nuklearnej do emitowania akcji na giełdach.

W prezentowanym opracowaniu naukowym podjęto badanie dotyczące wpływu zmian technologicznych, popytowych i podażowych na korzyści finansowe dla inwestorów, którzy lokują swoje środki w akcje i fundusze ETF (ang. exchange-traded fund, ETF) sektora nuklearnego. W niniejszym opracowaniu przypisano wszystkim przedmiotowym aktywom wspólną nazwę jako „Nuklearne Aktywa” (NUA). Wysokie koszty i nakłady inwestycyjne, jakie wymagają projekty w energetyce jądrowej, powodują, że ich rozwój nie będzie możliwy bez silnego w tym zakresie rozwoju rynku kapitałowego. Nakłady inwestycyjne na finansowanie elektrowni jądrowych opartych na SMR-ach sięga poziom od kilkunastu do kilkudziesięciu miliardów dolarów. Dotychczasowe metody finansowania elektrowni jądrowych głównie bazowały na środkach budżetów poszczególnych państw, co było istotną barierą rozwojową. Obecnie pojawiają się dogodne warunki dla inwestorów, gdyż zyski finansowe, jakie mogą dostarczać lokaty w akcje i fundusze inwestycyjne w branży nuklearnej są bardzo obiecujące. Korzyści te wynikają z faktu istotnie niższych kosztów produkcji energii z atomu niż z paneli fotowoltaicznych lub farm wiatrowych, a także innych źródeł energii. Dodatkową korzyścią jest brak emisji CO₂ przez SMR-y, co powoduje, że nie ponosi się kosztów tzw. podatku za emisję CO₂, którym jest system handlu emisjami Unii Europejskiej (ang. European Union Emission Trading System, EU ETS). W przypadku elektrowni węglowych podatek ETS powoduje, że koszty produkcji energii są większe o ok. 60%. Znakomitą zaletą reaktorów SMR jest możliwość zastępowania nimi kotłów węglowych i gazowych w konwencjonalnych elektrowniach, co stanowi dużą wartość dodaną dla ekonomiki

dotychczasowych zakładów produkujących energię elektryczną i ciepłą na potrzeby gospodarstw domowych i procesów produkcyjnych w przemyśle.

Podejmowany problem badawczy posiada bardzo duże znaczenie praktyczne dla ekonomiki przedsiębiorstw i ekonomii gospodarczej, a także stanowi istotne wyzwanie teoretyczne ukierunkowane na rozwijanie, ważnych dla praktyki, metod oceny efektywności ekonomicznej inwestycji w branży nuklearnej. Celem niniejszego badania jest przegląd wybranych aktywów i funduszy inwestycyjnych, dotyczących sektora nuklearnego, obecnych w notowaniach giełdowych oraz przedstawienie korzyści i atrakcyjności dla inwestorów na tle głównych indeksów giełdowych.

W procesie realizacji celu postawiono następującą hipotezę: **rozwój technologii małych reaktorów jądrowych (SMR-ów) i potencjał popytowy na energię atomową determinują wprowadzanie nuklearnych aktywów i funduszy inwestycyjnych do obrotu giełdowego a ich stopy zwrotu są wyższe na tle głównych indeksów giełdowych.**

Badanie ograniczono do wybranych aktywów akcji i funduszy ETF (ang. Exchange Traded Funds) notowanych na giełdach w USA, Wielkiej Brytanii i Chinach. Zakres czasowy obejmuje okres od początku 2023 r. do kwietnia 2025 r., gdyż w tym okresie obserwuje się dużą liczbę tworzonych koncepcji, konstrukcji, budowy i wprowadzania do działalności operacyjnej komercyjnych SMR-ów i produkcji energii.

Wsparciem przy weryfikacji hipotezy jest postawienie następujących pytań badawczych:

- Jak kształtują się stopy zwrotu i ryzyko NUA na tle głównych indeksów giełdowych?
- Czy stopy zwrotu z NUA są wyższe od głównych indeksów giełdowych?
- Ile wynosi iloraz stopy zwrotu do ryzyka z NUA w porównaniu z głównymi indeksami giełdowymi?

Do weryfikacji hipotezy wykorzystano następujące metody badawcze: studia literaturowe, analiza statystyczna, analiza przypadków, opinie eksperckie, analiza porównawcza.

Przegląd literatury

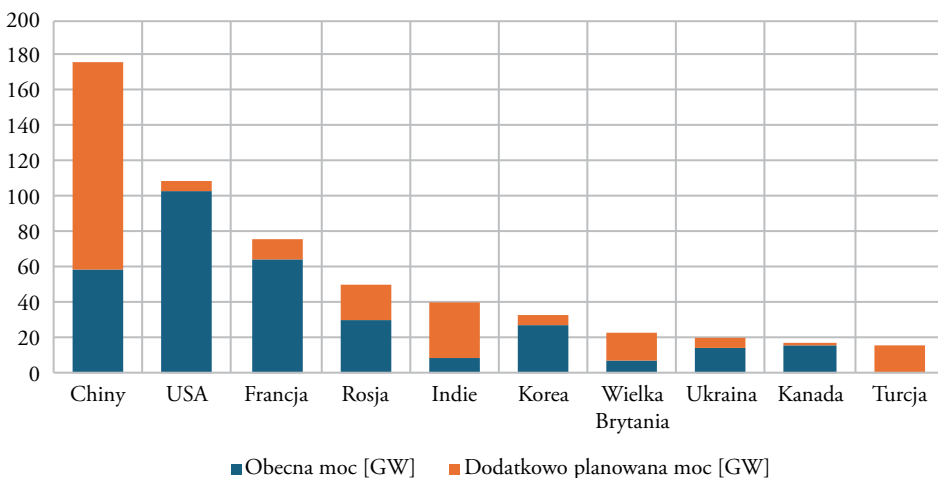
W literaturze przedmiotu poruszane są zagadnienia ekonomiki reaktorów jądrowych [Rothwell, 2016; Weibezahn, 2024], efektywności wykorzystania SMR-ów typu HTR w konwencjonalnych elektrowniach [Bartnik, 2024], oceny efektywności małych reaktorów jądrowych, w tym szacowania LCOE i NPV projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo [Steigerwald i in., 2023] oraz metod oceny efektywności projektów inwestycyjnych i kosztów budowy elektrowni jądrowych na bazie SMR-ów [Steigerwald i in., 2023; Krysiak, 2025]. Zagadnienia oceny efektywności i atrakcyjności spółek i funduszy ETF z sektora nuklearnego notowanych na giełdach stanowią deficyt w opracowaniach naukowych. Prawdopodobną przyczyną deficytu opracowań

naukowych w tym obszarze jest fakt, że spółki i fundusze ETF rozpoczęły niedawno swoje notowania na giełdach, bo miało to miejsce w latach 2022–2024, dlatego niniejsze badanie i jego wyniki oraz wnioski mogą być wkładem w tę dziedzinę.

Determinanty rosnącej atrakcyjności nuklearnych aktywów (NUA)

NUA pozyskują od kilku lat coraz to większą atrakcyjność, czego wyrazem jest wprowadzenie, w ostatnich dwóch latach, do obrotu giełdowego wielu spółek i funduszy inwestycyjnych, które bazują na aktywach sektora nuklearnego. NUA notowane na giełdach charakteryzują się wysokimi stopami zwrotu, czego przyczyną jest intensywny rozwój, w różnych częściach świata, realnych procesów inwestycyjnych w zakresie badań, rozwoju koncepcji, konstrukcji i budowy elektrowni jądrowych, a zwłaszcza SMR-ów.

Rysunek 1. Moce elektrowni jądrowych w poszczególnych krajach na świecie (w GW)



Źródło: opracowanie własne na podstawie [RANGEETFs, 2025].

Na rysunku 1 przedstawiono moce zainstalowane, w poszczególnych krajach na świecie, w energetyce jądrowej oraz przygotowywane moce dotyczące nowo budowanych bloków energetycznych. Na koniec 2023 r. zainstalowana moc elektrowni jądrowych na świecie wynosiła 396 GW, a w niedalekiej przyszłości planuje się zainstalować dodatkowo 299 GW [RANGEETFs, 2025]. Między innymi ten fakt planowanego podwojenia mocy w energetyce atomowej uzasadnia wzrost zainteresowania inwestorów spółkami i funduszami ETF notowanymi na giełdach. Największą zainstalowaną moc na poziomie

102 GW posiada USA, a w dalszej kolejności Francja 64 GW i Chiny 58 GW. Jednak w niedalekiej przyszłości Chiny chcą wyjść na pierwszą pozycję z całkowitą zainstalowaną mocą na poziomie 118 GW. Obecne elektrownie opierają się na dużych reaktorach jądrowych o mocy powyżej 500 MW.

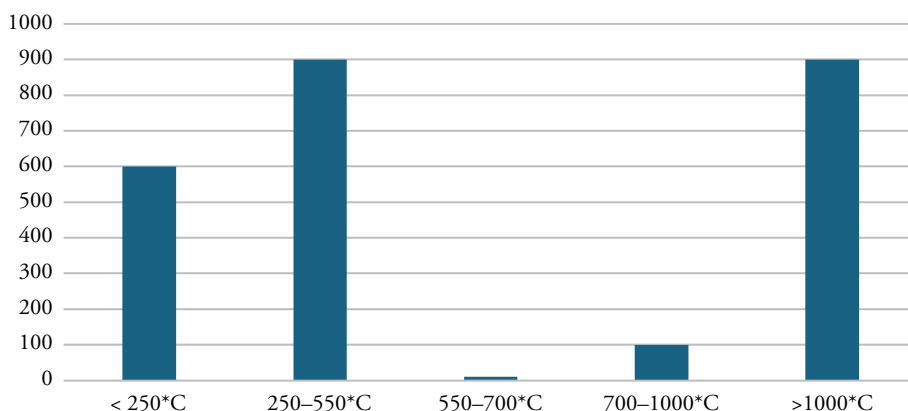
W ostatnich latach nastąpiło istotne zaawansowanie technologiczne w konstrukcji i budowie małych modularnych reaktorów jądrowych (ang. SMR: Small Modular Reactor), a zwłaszcza wysokotemperaturowych (ang. HTGR: High Temperature Gas-cooled Reactors). Polska z opracowaną w latach 2018–2023 koncepcją reaktora POLA należy do czołowej grupy pięciu krajów, obok Japonii, Rosji, USA i Południowej Afryki, które stworzyły taki reaktor HTGR. Dwa tego typu reaktory w Chinach i jeden w Japonii rozpoczęły już działalność operacyjną. Reaktor POLA może być bazą dla reaktorów komercyjnych wykorzystywanych w polskich zakładach przemysłowych [Boettcher i in., 2023, s. 9; Narodowe Centrum Badań Jądrowych, 2024].

Obecnie na świecie działa ok. 450 różnego typu elektrowni jądrowych, a prognozy wskazują, że w długiej perspektywie do 2050 r. nastąpi wielki boom popytowy na nowe elektrownie jądrowe. W perspektywie 25 lat na świecie może powstać ok. 1000–2000 nowych elektrowni jądrowych opartych głównie na SMR-ach, w Europie ok. 100–200, zaś w Polsce ok. 10–20 [Ministerstwo Energetyki, 2017]. Można sądzić, że istotny udział w budowie elektrowni jądrowych będą miały technologie typu HTGR. Krzywa wykładnicza postępu innowacyjnego, inżynierskiego, technologicznego i produkcyjnego reaktorów SMR wskazuje na duże prawdopodobieństwo, że rzeczywiście w przyszłości może powstać duża liczba nowych elektrowni jądrowych. Biorąc pod uwagę wyczerpujące się możliwości działania operacyjnego starych elektrowni, a zwłaszcza pierwszej generacji, budowanych po 1950 r., a także rosnącą liczbę podmiotów w świecie zaangażowanych przy produkcji różnych składników i komponentów do SMR-ów, jak i rosnące zapotrzebowanie na stabilne źródła energii w świecie przyszłość zastosowań SMR-ów rysuje się bardzo pozytywnie.

Istotnym impulsem dla rozwoju i wdrażania technologii reaktorów wysokotemperaturowych (ang. HTGR: High Temperature Gas-cooled Reactors lub HTR: High Temperature Reactors) jest zapotrzebowanie na ciepło w przemyśle, które w Europie szacuje się na poziomie ok. 600–900 TWh/rok w zakresach temperatur poniżej 250°C, pomiędzy 250–550°C i powyżej 1000°C, przy raczej małym zapotrzebowaniu między 550°C a 1000°C [Ministerstwo Energetyki, 2017, s. 9]. Taka skala popytu na ciepło wynika ze stosowanych technologii w różnych gałęziach przemysłu. Na rysunku 2 przedstawiono prognozowane zapotrzebowanie na ciepło przemysłowe z perspektywy 2017 r. dla różnych zakresów temperatur, dla których przyporządkowane są określone technologie [Ministerstwo Energetyki, 2017, s. 9]. Prognoza zapotrzebowania na ciepło w temperaturze poniżej 250°C wynosi ok. 600 TWh/rok i do tego celu są przeznaczone tzw. lekko-wodne reaktory (ang. Light Water Reactor, LWR), dla temperatur od

250°C do 550°C stosuje się wysokotemperaturowe SMR typu HTGR, które powinny wytwarzać energię ciepłą na poziomie 900 TWh/rok, zaś zapotrzebowanie na ciepło dla temperatur powyżej 1000°C wynosi ok. 900 TWh/rok, do czego należy stosować reaktory o bardzo wysokiej temperaturze (ang. Very High Temperature Reactors, VHTR).

Rysunek 2. Zapotrzebowanie europejskiego przemysłu na ciepło procesowe (w GWh/rok)



Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ministerstwo Energetyki, 2017, s. 9].

Metodyka badania

Dokonano oszacowania rocznych stóp zwrotu, skumulowanych stóp zwrotu od wybranego okresu w przeszłości, rocznego odchylenia standardowego stóp zwrotu, ilorazu ryzyka do stopy zwrotu, narastającej stopy zwrotu od początku 2023 r. do kwietnia 2025 r. dla cen akcji i funduszy ETF oraz głównych indeksów giełdowych z takich rynków jak USA, Wielka Brytania i Chiny. Następnie porównano mierzone wielkości uzyskane dla cen akcji i funduszy ETF z wynikami odpowiednich dla nich indeksów giełdowych, tzn. tych indeksów, które dotyczą tych giełd, na których są notowane badane akcje i fundusze ETF. Do badania wybrano następujące fundusze ETF i spółki:

- VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS¹ (Undertakings for Collective Investment in Transferable Securities) ETF (NUCL.UK)², który jest notowa-

¹ Z angielskiego Undertakings for Collective Investment in Transferable Securities to przedsiębiorstwo zbiorowego inwestowania w zbywalne papiery wartościowe. W Polsce odpowiednikiem są otwarte fundusze inwestycyjne. Podmioty wspólnego inwestowania, uregulowane na poziomie europejskim (wspólnym) w formie dyrektyw Rady UE – dyrektywa Rady 85/611/EWG z 20.12.1985 r.

² Link do notowań i danych VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF: <https://stoq.pl/q/?s=nucl.uk>.

ny na giełdzie w Londynie (London SE) i porównano jego wyniki z notowanym indeksem FTSE250.

- VanEck Uranium and Nuclear ETF (NLR.US)³, który jest notowany na giełdzie w Nowym Jorku (NYSE) i porównano jego wyniki z notowanym indeksem S&P500.
- Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ.US)⁴, który jest notowany na giełdzie w Nowym Jorku (NYSE) i porównano jego wyniki z notowanym indeksem S&P500.
- NANO Nuclear Energy Inc (NNE.US)⁵, który jest notowany na giełdzie w NASDAQ i porównano jego wyniki z notowanym indeksem NASDAQ Composite.
- Constellation Energy (CEG)⁶, który jest notowany na giełdzie w Nowym Jorku (NYSE) i porównano jego wyniki z notowanym indeksem S&P500.
- China National Nuclear Power Co Ltd (601985.CN)⁷, która jest notowana na giełdzie w Shanghai SE i porównano jej wyniki z notowanym indeksem SCI (Shanghai Composite Index) na giełdzie w Shanghai SE.

Charakterystyka badanych akcji spółek i funduszy ETF

VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF (NUCL.UK) – celem inwestycyjnym Funduszu jest odzwierciedlenie ceny i wyników indeksu zapewniającego ekspozycję na spółki zajmujące się wydobywaniem i dystrybucją uranu lub w projektach związanych z budową, projektowaniem i konserwacją obiektów elektrowni jądrowych oraz reaktorów jądrowych, sprzętu i technologii lub usług dla przemysłu energetyki jądrowej, rozwojem i komercjalizacją technologii syntezy jądrowej lub badań nad reaktorami jądrowymi z udziałem płynnej soli, a także fundusze notowane na giełdzie, które śledzą cenę spot uranu lub inwestują w fizyczny uran [Financial Times, 2025].

Fundusz VanEck Uranium and Nuclear ETF (NLR®) (NLR.US) – stara się jak najdokładniej odtworzyć cenę i wydajność indeksu MVIS® Global Uranium & Nuclear Energy Index (MVNLRTR), którego celem jest śledzenie ogólnej wydajności spółek zajmujących się: (i) wydobywaniem uranu lub projektami wydobywania uranu, które mają potencjał, w opinii MarketVector Indexes GmbH („Dostawca indeksu”), aby po opracowaniu takich projektów generować co najmniej 50% przychodów spółki lub stanowić

³ Link do notowań i danych VanEck Uranium and Nuclear ETF: <https://stooq.pl/q/?s=nlr.us>.

⁴ Link do notowań i danych Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ.US): <https://stooq.pl/q/?s=nukz.us>.

⁵ Link do notowań i danych NANO Nuclear Energy Inc (NNE.US): <https://stooq.pl/q/?s=nne.us>.

⁶ Link do notowań i danych Constellation Energy (CEG): <https://stooq.pl/q/d/?s=ceg.us>.

⁷ Link do notowań i danych China National Nuclear Power Co Ltd (601985.CN): <https://stooq.pl/q/?s=601985.cn>.

co najmniej 50% aktywów takiej spółki; (ii) budową, projektowaniem i konserwacją obiektów elektrowni jądrowych i reaktorów jądrowych; (iii) produkcją energii elektrycznej ze źródeł jądrowych; lub (iv) dostarczaniem sprzętu, technologii i/lub usług dla przemysłu energetyki jądrowej [VanEck Uranium and Nuclear ETF, 2025].

Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ.US) – jest portfelem kopiującym indeks ważony kapitalizacją rynkową akcji spółek z całego świata działających w branży paliwa jądrowego i energii. Fundusz skoncentrowany jest na spółkach zaangażowanych w odradzający się przemysł nuklearny i ma na celu oferowanie inwestorom portfela spółek działających w następujących segmentach: zaawansowane reaktory, przedsiębiorstwa ciepłownicze, budownictwo i usługi dla sektora jądrowego oraz paliwo jądrowe [Range Nuclear Renaissance Index ETF, 2025].

NANO Nuclear Energy Inc (NASDAQ: NNE.US) – to zaawansowana technologicznie firma zajmująca się energią jądrową, która jest firmą zorientowaną komercyjnie, zdywersyfikowaną i zintegrowaną pionowo w pięciu liniach biznesowych: (i) najnowsze technologie przenośnych i innych mikroreaktorów, (ii) produkcja paliwa jądrowego, (iii) transport paliwa jądrowego, (iv) zastosowania jądrowe w kosmosie i (v) usługi konsultingowe dla przemysłu jądrowego. NANO Nuclear uważa, że jest pierwszą firmą zajmującą się przenośnymi mikroreaktorami jądrowymi, która jest notowana na giełdzie w USA [Nano Nuclear Energy Inc., 2025].

Constellation Energy Corporation (Nasdaq: CEG) – jest firmą z listy Fortune 200 z siedzibą w Baltimore, jest największym producentem niezawodnej, wolnej od emisji energii w kraju i wiodącym dostawcą energii dla przedsiębiorstw, domów i klientów z sektora publicznego w całym kraju, w tym trzech czwartych firm z listy Fortune 100. Przy rocznej produkcji, która jest prawie w 90% wolna od emisji dwutlenku węgla, polskie elektrownie wodne, wiatrowe i słoneczne w połączeniu z największą w kraju flotą elektrowni jądrowych mają moc wytwórczą wystarczającą do zasilania 16 milionów domów, zapewniając około 10% czystej energii w kraju. Spółka inwestuje w innowacyjne technologie, aby napędzać przejście na niezawodną, zrównoważoną i bezpieczną przyszłość energetyczną [Constellation Corporate Headquarters, 2025].

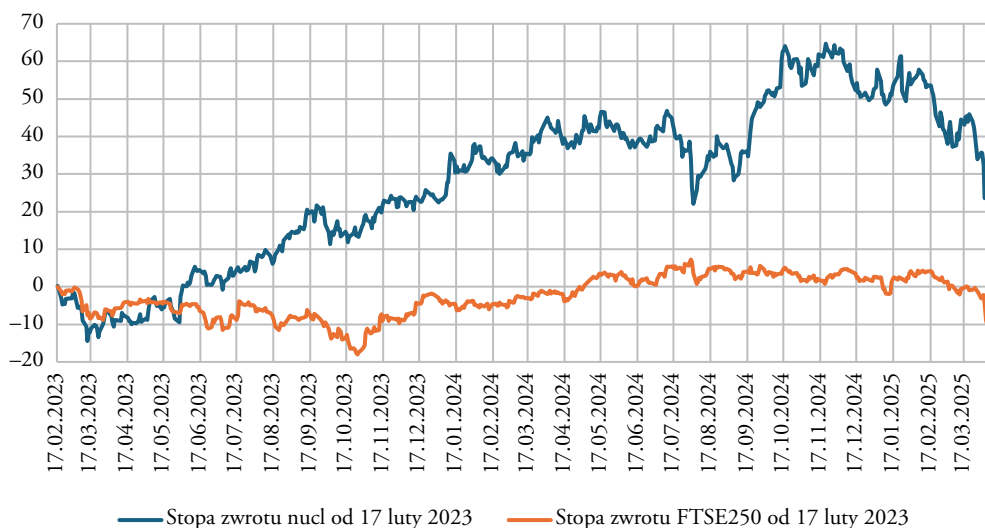
China National Nuclear Power Co Ltd., CNNC (601985.CN) – jest centralnie zarządzanym przedsiębiorstwem państwowym utworzonym przez Radę Państwa Chin i pełni funkcję kluczowego gracza w krajowym przemyśle naukowo-technicznym w dziedzinie jądrowej. CNNC jest głównym wykonawcą globalnych projektów inżynierii jądrowej w Chinach oraz jest dominującym inwestorem w krajowe elektrownie jądrowe, które są obecnie w eksploatacji lub budowie. CNNC dąży do roli wiodącej firmy w zakresie rozwoju naukowo-technicznego w dziedzinie jądrowej na świecie [China National Nuclear Corporation, 2025].

Wyniki badania oraz ich analiza i wnioski

Fundusz VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF (NUCL.UK) jest notowany na giełdzie w Londynie od 17 lutego 2023 r., a jego silny wzrost ceny i bardzo wysoka stopa zwrotu w okresie do 8 kwietnia 2025 r. wskazuje na wysoką atrakcyjność dla inwestorów, gdyż w analizowanym okresie obserwuje się dużą skalę inwestycji podejmowanych w branży nuklearnej i spółek, które są w portfelu funduszu VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF, co wynika z dużego popytu na energię i technologie jądrowe.

Na rysunku 3 przedstawiono porównanie stóp zwrotu narastająco dla NUCL i FTSE250 od 17 lutego 2023 r. Narastająca stopa zwrotu w czasie jest logarytmem naturalnym ilorazu ceny NUCL lub FTSE250 w danej dacie w stosunku do ceny NUCL lub FTSE250 z 17 lutego 2023 r. Obserwuje się istotną przewagę stopy zwrotu NUCL nad FTSE250, której różnica dochodziła nawet do poziomu 63,4%.

Rysunek 3. Stopy zwrotu narastająco dla NUCL i FTSE250 od 17 lutego 2023 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stooq.pl/q/?s=nucl.uk>).

W tabeli 1 przedstawiono porównanie miar stóp zwrotu i ryzyka pomiędzy NUCL i FTSE250 od 17 lutego 2023 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla NUCL wynosi 12,3%, podczas gdy dla FTSE250 była ujemna i wyniosła -5,7%. Ryzyko, mierzone jako odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla NUCL wyniosło 29,9%, zaś dla FTSE250 14%. Sytuacja ta ilustruje wysoką zmienność (ryzyko) w branży nuklearnej, co przekłada się także na wyższe stopy zwrotu.

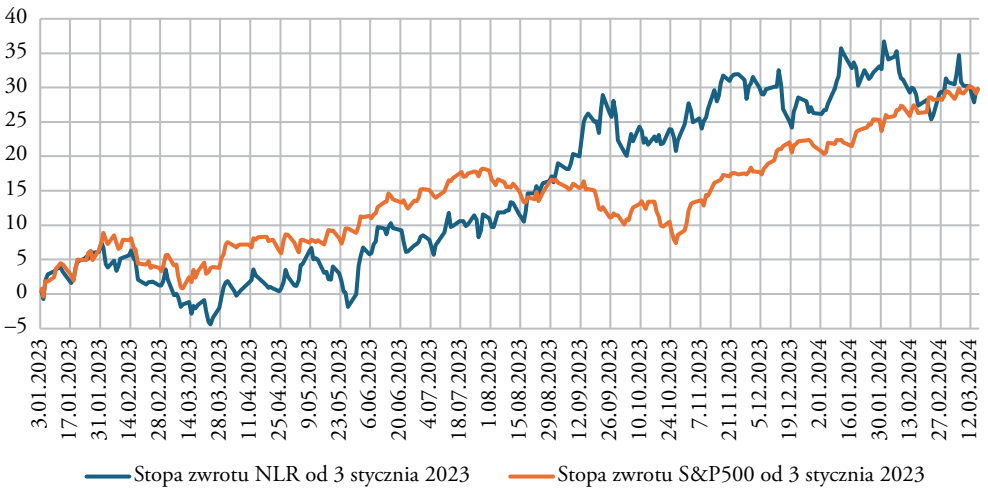
Tabela 1. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka NUCL i FTSE250 od 17 lutego 2023 r.

VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
NUCL.UK	12,3	29,9	2,4
FTSE250	-5,7	14,0	-2,4
Iloraz stóp zwrotu lub odchyień standardowych [NUCL/FTSE250]	-2,1	2,1	

Źródło: opracowanie własne.

Fundusz VanEck Uranium and Nuclear ETF (NLR.US) jest notowany na giełdzie w Nowym Jorku (NYSE) od 15 sierpnia 2007 r., zaś do badań porównawczych oceniono jego parametry od 3 stycznia 2023 r. na tle wyników indeksu S&P500. Na rysunku 4 przedstawiono porównanie stóp zwrotu narastająco dla funduszu NLR i indeksu S&P500 od 3 stycznia 2023 r. Stopy zwrotu dla funduszu NLR są porównywalne z indeksem S&P500, chociaż od października 2023 r. do marca 2024 r. były wyższe od S&P500.

Rysunek 4. Stopy zwrotu narastająco dla funduszu NLR i indeksu S&P500 od 3 stycznia 2023 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stooq.pl/q/?s=nukz.us>).

W tabeli 2 porównano roczne stopy zwrotu i ryzyko pomiędzy NLR i S&P500 od 3 stycznia 2023 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla NLR wynosi 12,8%, podczas gdy dla S&P500 była wyższa i wyniosła 15,6%. Ryzyko, mierzone jako

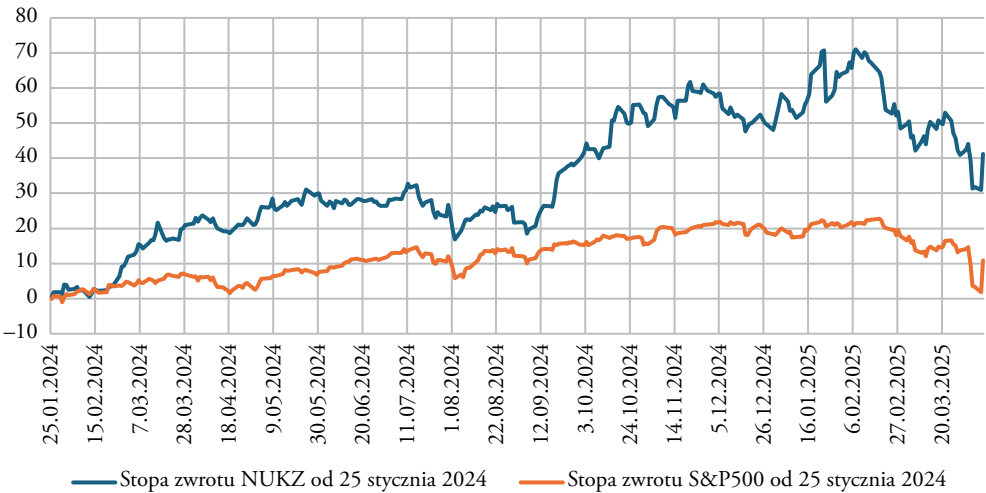
odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla NRL wyniosło 27,6% zaś dla S&P500 15,5%. Obserwuje się wysoką zmienność (ryzyko) dla funduszu NRL, czyli sektora nuklearnego, co z perspektywy analizy opcji realnych jest prognostykiem na jeszcze wyższe stopy zwrotu w przyszłości.

Tabela 2. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka NRL i S&P500 od 3 stycznia 2023 r.

Fundusz VanEck Uranium and Nuclear ETF (NLR*) (NLR.US)	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
NLR.US	12,8	27,6	2,2
S&P500	15,6	15,5	1,0
Iloraz stóp zwrotu lub odchyłeń standardowych [NLR/S&P500]	0,8	1,8	

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5. Stopy zwrotu narastająco dla funduszu NUKZ i indeksu S&P500 od 25 stycznia 2024 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stoq.pl/q/?s=nlr.us>).

Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ.US) jest bardzo nowym funduszem, notowanym na giełdzie w Nowym Jorku (NYSE) od 25 stycznia 2024 r. Na rysunku 5 przedstawiono porównanie stóp zwrotu narastająco dla funduszu NUKZ i indeksu S&P500 od 25 stycznia 2024 r. Stopy zwrotu dla funduszu NUKZ są istotnie wyższe od

indeksu S&P500. Narastające stopy zwrotu z funduszu w badanym okresie są wyższe od ok. 20 do 30 punktów procentowych, co wskazuje na obiecujące zyski dla inwestorów.

W tabeli 3 porównano roczne stopy zwrotu oraz ryzyko pomiędzy NUKZ i S&P500 od 25 stycznia 2024 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla NUKZ wynosi 34,2% i jest prawie 4-krotnie wyższa od S&P500, która wyniosła 9,0%. Ryzyko, mierzone jako odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla NUKZ wyniosło 35,5% zaś dla S&P500 15,5%. Obserwuje się wysoką zmienność (ryzyko) dla funduszu NUKZ, co przekłada się na wysoką stopę zwrotu, zatem aktywa spółek z sektora nuklearnego już obecnie dostarczają atrakcyjne korzyści finansowe dla inwestorów.

Tabela 3. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka NUKZ i S&P500 od 3 stycznia 2023 r.

Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ.US)	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
NUKZ.US	34,2	35,5	1,0
S&P500	9,0	17,4	1,9
Iloraz stóp zwrotu lub odchyień standardowych [NUKZ/S&P500]	3,8	2,0	

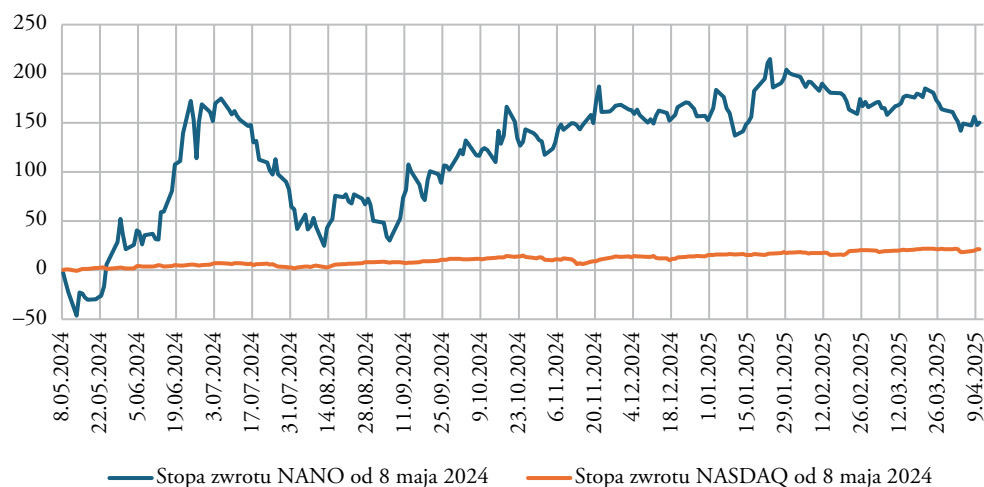
Źródło: opracowanie własne.

Porównanie wyników, dotychczas analizowanych trzech funduszy ETF, z głównymi indeksami giełdowymi wskazuje na to, że w dalszej kolejności zostaną przedstawione wyniki badań i ich analiza dotyczące trzech firm z sektora nuklearnego, z czego dwie są z USA a jedna z Chin.

NANO Nuclear Energy Inc (NASDAQ: NNE.US) jest firmą notowaną na giełdzie w NASDAQ od 8 maja 2024 r., co świadczy o tym, że sektor nuklearny małych reaktorów SMR stał się w ostatnich latach bardzo popularny. Na rysunku 6 przedstawiono stopy zwrotu narastająco dla firmy NANO i indeksu NASDAQ od 8 maja 2024 r. Stopy zwrotu NANO przewyższają indeks od ok. 50 do 100 punktów procentowych. Spółka jest bardzo innowacyjna w zakresie małych i mikro reaktorów, co wpływa na dużą zmienność cen akcji.

W tabeli 4 porównano roczne stopy zwrotu oraz ryzyko NANO i NASDAQ od 8 maja 2024 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla NANO jest bardzo wysoka i wyniosła 161,7% i jest prawie 8-krotnie wyższa od indeksu NASDAQ, która wyniosła 22,6%. Ryzyko, mierzone jako odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla NANO wyniosło 183,8%, zaś dla NASDAQ 12,8%. Obserwuje się bardzo wysoką zmienność (ryzyko) spółki NANO, co przekłada się na wysoką stopę zwrotu.

Rysunek 6. Stopy zwrotu narastająco dla firmy NANO i indeksu NASDAQ od 8 maja 2024 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stoq.pl/q/?s=nne.us>).

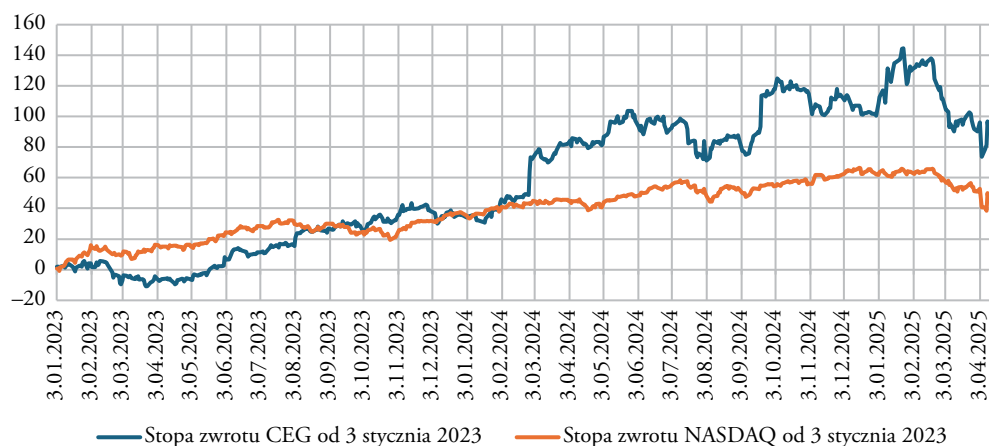
Tabela 4. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka NANO i NASDAQ od 8 maja 2024 r.

NANO Nuclear Energy Inc (NASDAQ:NNE.US)	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
NANO.US	161,7	183,8	1,0
NASDAQ	22,6	12,8	1,9
Iloraz stóp zwrotu lub odchyleń standardowych [NANO/NASDAQ]	3,8	2,0	

Źródło: opracowanie własne.

Spółka Constellation Energy Corporation (Nasdaq: CEG) dopiero od 20 stycznia 2022 r. jest notowana na giełdzie NASDAQ. Na rysunku 7 przedstawiono stopy zwrotu narastająco dla firmy CEG i indeksu NASDAQ od 3 stycznia 2023 r. Do stycznia 2024 r. stopy zwrotu obu aktywów są zbliżone, zaś później CEG znacznie jest wyższy o ok. 30–40 punktów procentowych. Spółka ma bardzo długą historię w energetyce jądrowej USA, jednak jej decyzja o wejściu na giełdę zbiega się w czasie z intensywnym zwiększaniem skali inwestycji jądrowych w świecie. Obecność na giełdzie zwiększa potencjał spółki do finansowania z rynku rozwoju energetyki jądrowej, zwłaszcza przy wdrażaniu SMR-ów.

Rysunek 7. Stopy zwrotu narastająco dla firmy CEG i indeksu NASDAQ od 3 stycznia 2023 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stooq.pl/q/d/?s=ceg.us>).

W tabeli 5 porównano roczne stopy zwrotu oraz ryzyko CEG i NASDAQ od 3 stycznia 2023 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla CEG wyniosła 59,9% i jest prawie 2-krotnie wyższa od indeksu NASDAQ, dla którego stopa wyniosła 26,9%. Ryzyko, mierzone jako odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla CEG wyniosło 31,5%, zaś dla NASDAQ 17,9%.

Tabela 5. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka CEG i NASDAQ od 3 stycznia 2023 r.

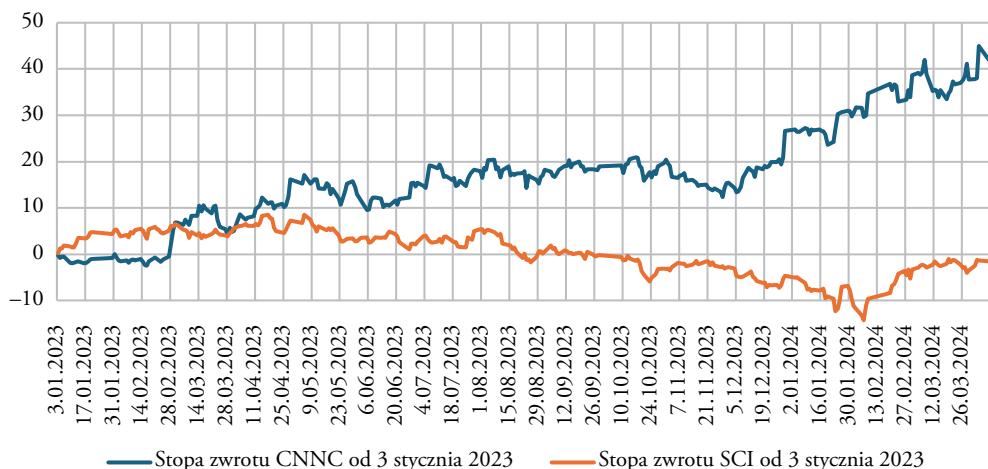
Constellation Energy Corporation (Nasdaq: CEG)	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
CEG.US	59,9	31,5	0,5
NASDAQ	26,9	17,9	0,7
Iloraz stóp zwrotu lub odchyłeń standardowych [CEG/NASDAQ]	2,2	1,8	

Źródło: opracowanie własne.

China National Nuclear Power Co Ltd., CNNC (601985.CN) jest notowana na giełdzie w Shanghaju od 10 czerwca 2015 r., zaś do badania, do celów porównawczych, wykorzystano ceny akcji od 3 stycznia 2023 r. Na rysunku 8 przedstawiono stopy zwrotu narastająco dla firmy CNNC i indeksu SCI od 3 stycznia 2023 r. Stopy zwrotu dla CNNC są istotnie wyższe od SCI o ok. 20–40 punktów procentowych. Tempo wdrożeń

w energetyce jądrowej jest najwyższe na świecie, co również uzasadnia tak silny wzrost stopy zwrotu w sektorze nuklearnym. Przy wysokim zapotrzebowaniu na inwestycje obecność na giełdzie zwiększa potencjał spółki do finansowania z rynku rozwoju energetyki jądrowej, zwłaszcza przy wdrażaniu SMR-ów, w czym obecnie Chiny przodują.

Rysunek 8. Stopy zwrotu narastająco dla firmy CNNC i indeksu SCI od 3 stycznia 2023 r. (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z giełdy (<https://stooq.pl/q/?s=601985.cn>).

W tabeli 6 porównano roczne stopy zwrotu oraz ryzyko CNNC i SCI od 3 stycznia 2023 r. do 8 kwietnia 2025 r. Średnia roczna stopa zwrotu dla CNNC wyniosła 34,8%, zaś dla SCI zaledwie 3,4%, które okazało się 10-krotnie niższe. Ryzyko, mierzone jako odchylenie standardowe stóp zwrotu, dla CNNC wyniosło 22,1% i było stosunkowo niskie, zaś dla NASDAQ 16,0%.

Tabela 6. Porównanie rocznych stóp zwrotu oraz ryzyka CNNC i SCI od 3 stycznia 2023 r.

China National Nuclear Power Co Ltd., CNNC (601985.CN)	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
CNNC	34,8	22,1	0,6
SCI	3,4	16,0	4,7
Iloraz stóp zwrotu lub odchyleń standardowych [CNNC/SCI]	10,3	1,4	

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie i wnioski

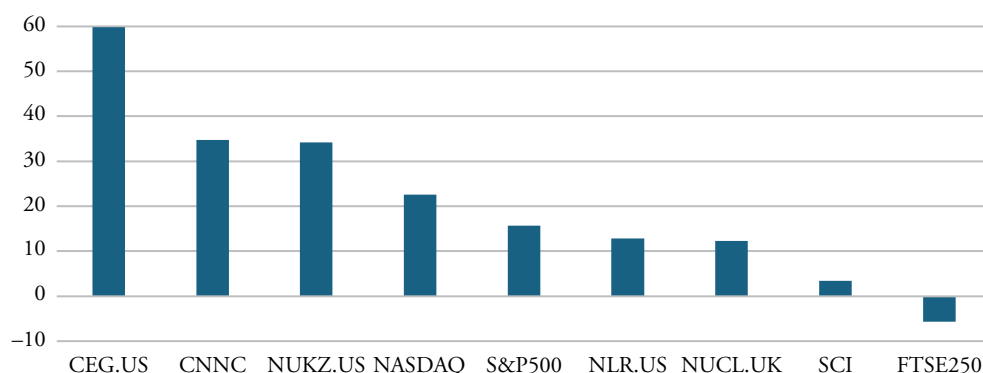
W tabeli 7 przedstawiono podsumowujące zestawienie miar ryzyka i stóp zwrotu dla badanych aktywów nuklearnych-NUA notowanych na giełdach. Aktywa te reprezentowane są przez dużą część przemysłu nuklearnego na świecie. Tendencje miar stóp zwrotu i ryzyka dla badanych aktywów wskazują na trendy, jakie mają miejsce w całym sektorze nuklearnym na kuli ziemskiej.

Tabela 7. Zestawienie miar ryzyka i stóp zwrotu dla badanych aktywów notowanych na giełdach

Rodzaj aktywa	Symbol aktywa	Średnia roczna stopa zwrotu (w %)	Roczne odchylenie standardowe stóp zwrotu (w %)	Iloraz odchylenia standardowego do stopy zwrotu
NUKZ.US	NUA	34	36	1,0
CEG.US	NUA	60	31	0,5
NUCL.UK	NUA	12	30	2,4
NLR.US	NUA	13	28	2,2
CNNC	NUA	35	22	0,6
SCI	INDEX	3	16	4,7
S&P500	INDEX	16	15	1,0
FTSE250	INDEX	-6	14	-2,4
NASDAQ	INDEX	23	13	1,9

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 9. Średnie roczne stopy zwrotu dla badanych aktywów notowanych na giełdach (w %)

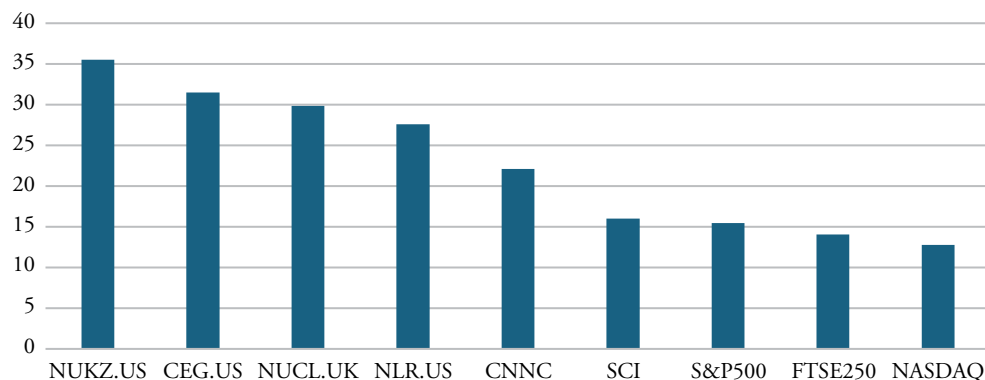


Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 9 zaprezentowano porównanie średnich stóp zwrotu dla wszystkich NUA i głównych indeksów giełdowych. Stopy NUA są istotnie wyższe od indeksów, co niejako pozytywnie weryfikuje hipotezę, że fundamentalne czynniki sektora nuklearnego wpływają pozytywnie na ceny notowanych akcji.

Na rysunku 10 zaprezentowano porównanie rocznych odchyłeń standardowych dla badanych aktywów notowanych na giełdach. Zmienność, a zatem i ryzyko dla NUA są wyższe od indeksów, co niejako pozytywnie weryfikuje hipotezę, że wraz ze wzrostem ryzyka rośnie stopa zwrotu, zaś w przypadku NUA wzrost stopy zwrotu jest znacznie silniejszy w stosunku do wzrostu ryzyka, co wskazuje na wysoką dźwignię korzyści dla inwestorów.

Rysunek 10. Roczne odchylenie standardowe dla badanych aktywów notowanych na giełdach (w %)



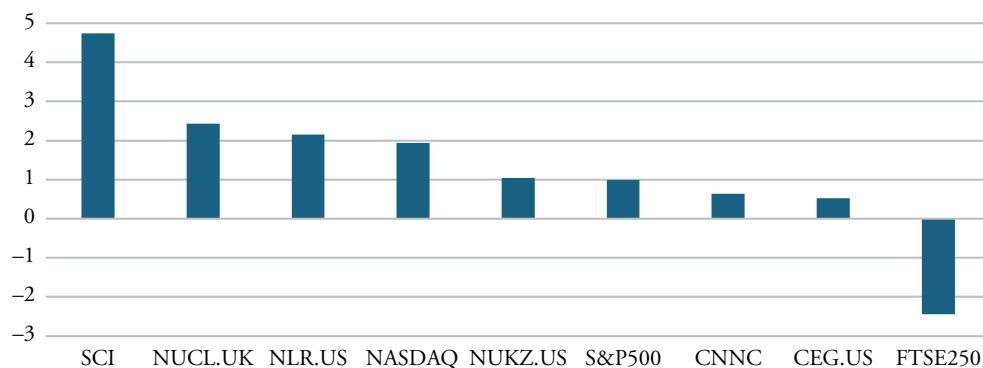
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 11 porównano ryzyko na jednostkę stopy zwrotu dla badanych aktywów notowanych na giełdach. Wskaźnik ten dla NUA znajduje się w przedziale od 0,6 do 2,4 i nie odstaje on istotnie od indeksów giełdowych.

Przedmiotowe badania wykazały, że występuje silne przełożenie pozytywnych i rosnących trendów w rozwoju fundamentalnych i biznesowych czynników w energetyce jądrowej na wprowadzanie do notowań nowych spółek i funduszy ETF oraz ich bardzo dobre, na tle indeksów giełdowych, wyniki i atrakcyjność dla inwestorów.

Niezwyczajnie ważnym czynnikiem jest pojawiające się sprzężenie zwrotne w postaci zwiększania skali finansowania z rynku i poszerzania grona inwestorów giełdowych. Czynniki te pozwalają na istotne znoszenie dotychczasowych barier w zakresie finansowania energetyki jądrowej, która do tej pory była finansowana głównie ze środków publicznych lub bardzo dużych korporacji komercyjnych z sektora nuklearnego.

Rysunek 11. Ryzyko na jednostkę stopy zwrotu dla badanych aktywów notowanych na giełdach



Źródło: opracowanie własne.

Budowanie elektrowni opartych na SMR-ach skraca istotnie czas z kilkunastu to kilku lat realizacji inwestycji, a także angażuje dużo niższe nakłady z możliwością posiadania realnej opcji do łatwego rozbudowywania elektrowni o kolejne bloki SMR-ów.

Przedstawione w niniejszym badaniu wnioski, zależności i fakty wskazują, że na rynku dóbr nuklearnych, w stosunku do ubiegłych dekad, zmniejszono istotnie ryzyko inwestycyjne, prowadząc jednocześnie do silnego wzrostu stóp zwrotu i zysków z inwestycji. Takie efekty i korzyści dla inwestorów wynikają także z dużo niższych kosztów produkcji stabilnej energii z atomu w stosunku do źródeł fotowoltaicznych i farm wiatrowych, co w efekcie przekłada się na dużo bardziej korzystne ceny energii dla odbiorców przemysłowych, przedsiębiorstw i gospodarstw domowych.

Bibliografia

- Bartnik R. [2024], *Elektrownie i elektrociepłownie jądrowe z reaktorami HTGR i SMR. Efektywność energetyczna i ekonomiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2024.
- Boettcher A., Celińska A., Frelek-Kozak M., Migdal M., Dąbrowski M.P., Sęktas P., Sidło A., Zakrzewska-Kołtuniewicz G., Wawszczak D., Brykała M., Kiegiel K., Miśkiewicz A., Fuks L., Herdzik-Koniecko I., Chajduk E., Starosta W., Smoliński T., Rogowski M., Pawelec A. [2023], *Projekt GOSPOSTRATEG-HTR: Rezultaty Projektu, „Postępy Techniki Jądrowej”*, vol. 66(1), s. 9–19.
- China National Nuclear Corporation [2025], *Profil działalności*, <https://en.cnncc.com.cn/profile.html> (dostęp: 13.04.2025).
- Constellation Corporate Headquarters [2025], *Constellation Ahead of Schedule for Launch of Crane Clean Energy Center*, <https://www.constellationenergy.com/newsroom/2025/constellation-ahead-of-schedule-for-launch-of-crane-clean-energy-center.html> (dostęp: 13.04.2025).

- Financial Times [2025], *Cele funduszu VanEck Uranium and Nuclear Technologies UCITS ETF (NUCL.UK)*, <https://markets.ft.com/data/etfs/tearsheet/summary?s=NUCG:LSE:GBP> (dostęp:13.04.2025).
- Krysiak Z. [2025], *Uwarunkowania i metody oceny ekonomiczno-finansowo-efektywnościowej wdrażania małych reaktorów modułowych w Polsce*, „Postępy Techniki Jądrowej”, vol. 68(1), http://www.ichtj.waw.pl/ptj/?page_id=1826 (dostęp: 15.04.2025).
- Ministerstwo Energetyki [2017], *Możliwości wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce*, Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych, Warszawa, wrzesień; <https://www.gov.pl/web/klimat/wysokotemperaturowe-reaktory-jadowe-chlodzone-gazem-htgr> (dostęp: 10.01.2025).
- Nano Nuclear Energy Inc. [2025], *Zakres działalności firmy*, <https://nanonuclearenergy.com/> (dostęp:12.04.2025).
- Narodowe Centrum Badań Jądrowych [2024], *Polski badawczy reaktor wysokotemperaturowy „HTGR-POLA” zaprojektowany w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku*, <https://www.ncbj.gov.pl/aktualnosci/polski-badawczy-reaktor-wysokotemperaturowy-htgr-pola-zaprojektowany-w-narodowym> (dostęp: 23 września 2024).
- Range Nuclear Renaissance Index ETF (NUKZ) [2025], *Charakterystyka Funduszu*, <https://www.rangeetfs.com/nukz> (dostęp: 13.04.2025).
- RANGEETFS [2025], *The Evolving Energy Landscape*, <https://7690601.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/7690601/Range%20ETFs%20eBook-%20The%20Evolving%20Energy%20Landscape.pdf> (dostęp: 14.04.2025).
- Rothwell G. [2016], *Economics of nuclear power*, Routledge, 2016.
- Steigerwald B., Weibezahn J., Slowik M., von Hirschhausen C. [2023], *Uncertainties in estimating production costs of future nuclear technologies: A model-based analysis of small modular reactors*, „Energy”, vol. 281, art. 128204, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544223015980> (dostęp: 20.03.2025).
- VanEck Uranium and Nuclear ETF [2025], *Charakterystyka funduszu*, <https://www.vaneck.com/us/en/investments/uranium-nuclear-energy-etf-nlr/overview/> (dostęp: 12.04.2025).
- Weibezahn J. [2024], *The Economics of Small Modular Reactors*, Copenhagen School of Energy Infrastructure, Department of Economics, Oslo, April 24.

