Kacper Wyrzing
wyrzingkacper@gmail.co
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Kierunek: Finanse, audyt, inwestycje
II rok, I stopień
Opiekun naukowy: dr Katarzyna Bernier
Artykuł recenzowany

Ewolucja cykli halvingu bitcoina i współzależność stóp zwrotu z bitcoina i indeksu S&P 500

Bitcoin od początku swojego istnienia charakteryzował się powtarzalnym, około czteroletnim cyklem cenowym. Ze względu na jego powiązanie z halvingiem, mechanizmem zmniejszającym podaż nowych jednostek kryptowaluty, nazywany jest cyklem halvingu bitcoina. Tradycyjnie każdy halving prowadził do silnych wzrostów ceny, a następnie głębszej korekty, tworząc względnie przewidywalny schemat zachowań rynkowych (Meynkhard, 2019).

Obecnie bitcoin zyskuje uznanie jako instrument inwestycyjny na poziomie detalicznym i instytucjonalnym, o znacznie wyższej kapitalizacji niż w przeszłości. Największe przedsiębiorstwa wchodzące w skład indeksu S&P 500, w tym – od 2021 roku – między innymi Tesla Inc., inwestują w to aktywo miliardy dolarów. Innym przykładem wzrostu jego popularności jest uruchomienie płatności w tej kryptowalucie przez Apple Pay. Dodatkowo w tym samym roku wprowadzono dwa pierwsze ETF-y oparte na bitcoinie (Chan i in., 2023, s. 193).

BlackRock, czyli jedna z największych na świecie firm zajmujących się zarządzaniem aktywami, ujawniła w 2021 roku swoją obecność na rynku bitcoina (Stankiewicz, 2022). Zjawiska te przed 2021 rokiem nie występowały lub pojawiały się jedynie sporadycznie. Celem artykułu jest zbadanie, czy cykle halvingu bitcoina ulegają zmianom w czasie – w szczególności, czy tracą swoją regularność oraz czy notowania bitcoina wykazują się coraz większą stabilnością i korelacją z indeksem S&P 500 notowanym w ramach tradycyjnego rynku finansowego. W artykule przeprowadzono analizę statystyk opisowych oraz odległości czasowych w cyklu halvingu na podstawie cen i tygodniowych stóp zwrotu z

bitcoina obejmujących okres od 02.12.2012 do 26.10.2025. Badanie wykazało stopniowe stabilizowanie się cykli halvingu oraz stałe tempo zmniejszania się zmienności notowań bitcoina, co świadczy o rosnącej dojrzałości rynkowej tej kryptowaluty. Ponadto udowodniono wyższą niż w przeszłości korelację stóp zwrotu z bitcoina i indeksu S&P 500. Wskazuje to, że postępująca integracja z tradycyjnym rynkiem finansowym osłabia unikalną niezależność bitcoina od koniunktury giełdowej, przez co w mniejszym stopniu służy on dywersyfikacji portfela inwestycyjnego.

<<Wstęp>>

Kryptowaluta to waluta cyfrowa oraz system płatniczy funkcjonujący niezależnie od banków komercyjnych i centralnych. Weryfikacja transakcji oraz kreacja nowych jednostek nie wymagają zaufania do instytucji pośredniczących. Dodatkowo w większości państw obrót kryptowalutami nie podlegał dotychczas ścisłym regulacjom i bezpośredniemu nadzorowi instytucji kontrolujących rynek (Zohuri i in., 2022, s. 3).

Bitcoin jest pierwszą i najbardziej znaną kryptowalutą na rynku, a jej początki sięgają 2008 roku, gdy Satoshi Nakamoto przedstawił koncepcję zdecentralizowanej waluty cyfrowej (Nanek i Sepioło, 2023, s. 50). Od tego czasu bitcoin jest wydobywany przez tzw. górników w procesie tworzenia nowych bloków transakcji w sieci, przy czym każdy kolejny blok dodawany jest do publicznego rejestru transakcji, zwanego blockchainem (Piech, 2016, s. 4-5). Każde kolejne 210 000 wykopanych bloków uruchamia mechanizm halvingu, czyli zmniejszenia o połowę nagrody za wydobycie (Meynkhard, 2019, s. 74-75). Początkowo wynosiła ona 50 bitcoinów za blok, jednak w wyniku ostatniego podziału z kwietnia 2024 roku spadła do poziomu 3,125 bitcoina (Meynkhard, 2019, s. 75; Fabus i in., 2024, s. 2).

<<Charakterystyka kluczowych pojęć>>

Waluta cyfrowa spełnia funkcje środka wymiany, lecz nie istnieje w formie fizycznej. W zdecydowanej większości przypadków nie jest legalnym środkiem płatniczym danego kraju, emitowanym przez bank centralny lub inny podmiot publiczny. Ponadto, w zależności od założeń leżących u podstaw jej kreacji, waluta cyfrowa może pełnić z góry określoną funkcję lub – jak ma to miejsce w przypadku kryptowalut – nie posiadać ściśle zdefiniowanego przeznaczenia (Piech, 2016, s. 10).

Halving bitcoina to wbudowany w architekturę protokołu mechanizm, który ogranicza podaż nowych jednostek na rynku poprzez cykliczną redukcję nagrody za wydobyty blok (Fabus i in., 2024, s. 1-2). Jak odnotowuje Meynkhard (2019, s. 75-76), zjawisko to bezpośrednio wpływa

na rynkową dynamikę i powstawanie charakterystycznych cykli cenowych poprzez systematyczne zmniejszanie nagród za wydobycie, które w przeszłości wynosiły kolejno: 50, 25, 12,5 oraz 6,25 bitcoina. Należy podkreślić, że mechanizm ten i jego rynkowe następstwa wciąż stanowią przedmiot nowych, zaawansowanych badań. Z jednej strony Chan i in. (2023) badają właściwości bitcoina jako instrumentu zabezpieczającego i „bezpiecznej przystani" poprzez pryzmat cykli halvingu. Odmienną perspektywę przyjmuje J. Lee (2026), który wykracza poza samą analizę cenową, skupiając się na zachowaniu górników w obliczu drastycznie spadających nagród za blok.

Indeks Standard & Poor's 500 (S&P 500) mierzy wyniki przedsiębiorstw o dużej kapitalizacji na rynku amerykańskim, a w swoim zestawieniu obejmuje 500 spółek, które pokrywają około 80% rynku w Stanach Zjednoczonych, przez co powszechnie uważa się go za najlepsze odzwierciedlenie stanu tej gospodarki (S&P Dow Jones Indices, 2025). Przyjęcie właśnie tego wskaźnika jako punktu odniesienia wynika z faktu, że stanowi on wiodący, globalny benchmark płynności rynku kapitałowego oraz podstawową miarę ogólnego apetytu inwestorów na ryzyko. Zestawienie stóp zwrotu z bitcoina z indeksem S&P 500 pozwala na empiryczną weryfikację stopnia dojrzałości rynku kryptowalut w kontekście postępującej instytucjonalizacji oraz napływu kapitału z rynków konwencjonalnych. Ponadto, z perspektywy współczesnej teorii portfelowej, analiza ta umożliwia ocenę, czy bitcoin zachowuje swoje pierwotne właściwości dywersyfikujące i zabezpieczające, czy też w kolejnych cyklach halvingowych następuje zacieśnienie jego współzmienności z tradycyjnym rynkiem akcji.

<<Podstawy metodyczne badania>>

Dane wykorzystane w badaniu pochodzą z serwisu Stooq.pl. Obejmują okres od 02.12.2012 do 26.10.2025 z częstotliwością tygodniową. Wybrany zakres danych umożliwia analizę zmian w kolejnych cyklach halvingu bitcoina, którym odpowiadają wyodrębnione podokresy badawcze: 02.12.2012-08.07.2016, 09.07.2016-10.05.2020, 11.05.2020-18.04.2024 i 19.04.2024-26.10.2025. Badaniem objęto cenę bitcoina, jego tygodniową stopę zwrotu oraz tygodniową stopę zwrotu z indeksu S&P 500. Zdecydowano się na zastosowanie szeregów czasowych o częstotliwości tygodniowej, co stanowi metodyczny kompromis optymalny z punktu widzenia specyfiki porównywanych rynków. Podstawową przesłanką stojącą za odrzuceniem danych dziennych była istotna asynchroniczność notowań: rynek kryptowalut funkcjonuje w trybie ciągłym, podczas gdy tradycyjny rynek akcji operuje wyłącznie w dni robocze w określonych godzinach sesyjnych. Wykorzystanie danych dziennych rodziłoby

konieczność arbitralnego traktowania weekendów i świąt, co wprowadzałoby zniekształcenia wynikające z zamknięcia rynku. Z kolei agregacja miesięczna, choć całkowicie eliminuje wahania krótkookresowe, drastycznie zredukowałaby wielkość próby w poszczególnych cyklach halvingowych, uniemożliwiając precyzyjną ocenę dynamiki zmian oraz wiarygodne wyliczenie korelacji w oknie ruchomym. Przyjęcie perspektywy tygodniowej pozwala zatem na zachowanie odpowiedniej liczby obserwacji w wyodrębnionych podokresach, gwarantując jednocześnie spójność czasową i odporność estymatorów na wahania krótkoterminowe. W celu formalnej weryfikacji poprawności zastosowania metod ilościowych oraz wykluczenia ryzyka wystąpienia regresji pozornej, stacjonarność badanych szeregów czasowych sprawdzono za pomocą rozszerzonego testu Dickeya-Fullera (ADF). Dla tygodniowej stopy zwrotu z bitcoina obliczono statystyki opisowe, z podziałem na wspomniane podokresy, mianowicie: współczynnik korelacji Pearsona, odchylenie standardowe i klasyczny współczynnik kurtozy. Współczynnik korelacji Pearsona wyliczono między tygodniową stopą zwrotu z bitcoina a tygodniową stopą zwrotu z indeksu S&P 500. Pozwala to ocenić siłę związku bitcoina z rynkami tradycyjnymi. Opierając się na notowaniach bitcoina dla każdego z podokresów, wyliczono liczbę dni od rozpoczęcia cyklu do wystąpienia kluczowych zdarzeń: osiągnięcia nowego rekordu wszech czasów, a także wyznaczenia szczytu i dna cyklu.

Joanna Wibig (2013) definiuje współczynnik korelacji Pearsona jako miarę współzmienności dwóch zmiennych losowych, wyliczaną na podstawie następującego wzoru:

$$\rho = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}},$$

gdzie:

ρ – współczynnik korelacji Pearsona,

$cov(X, Y)$ – kowariancja zmiennych losowych X i Y,

$var(X)$ – wariancja zmiennej losowej X,

$var(Y)$ – wariancja zmiennej losowej Y.

Wartość odchylenia standardowego wynosi (Snedecor, 1941):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{X})^2}{n-1}},$$

gdzie:

s – odchylenie standardowe z próby,

x_t – wartość obserwacji w momencie t,

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna,

n – liczba obserwacji w próbie.

Klasyczny współczynnik kurtozy wyraża się wzorem (Kochański, 2022, s. 44):

$$K = \frac{E[X-\mu]^4}{\sigma^4},$$

gdzie:

K – klasyczny współczynnik kurtozy,

E – operator wartości oczekiwanej,

X – zmienna losowa,

μ – wartość oczekiwana zmiennej losowej X,

σ – odchylenie standardowe X.

Współczynnik odpowiada za pomiar ogonów rozkładu, dla którego wyższa wartość kurtozy reprezentuje większe natężenie występujących wartości skrajnych, znacznie oddalonych od średniej (Campbell i in., 1998; Weisstein, 2017).

Prostą stopę zwrotu definiuje się następującym wzorem (Jajuga, 2003, s. 7):

$$R_t = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1,$$

gdzie:

R_t – prosta stopa zwrotu,

P_{t+1} – wartość zmiennej w kolejnym momencie $t+1$,

P_t – wartość zmiennej w momencie bazowym t.

Test Dickeya-Fullera (ADF) bada obecność pierwiastka jednostkowego w procesie autoregresyjnym. Równanie regresji testu ADF w wariancie z wyrazem wolnym wyraża się wzorem (Fuller, 1995, s. 578-579):

$$Y_t = \theta_0 + \theta_1 Y_{t-1} + \sum_{j=2}^{p} \theta_j \Delta Y_{t-j+1} + e_t,$$

gdzie:

Y_t – badany szereg czasowy,

θ_0 – wyraz wolny,

θ_1 – parametr weryfikujący występowanie pierwiastka jednostkowego,

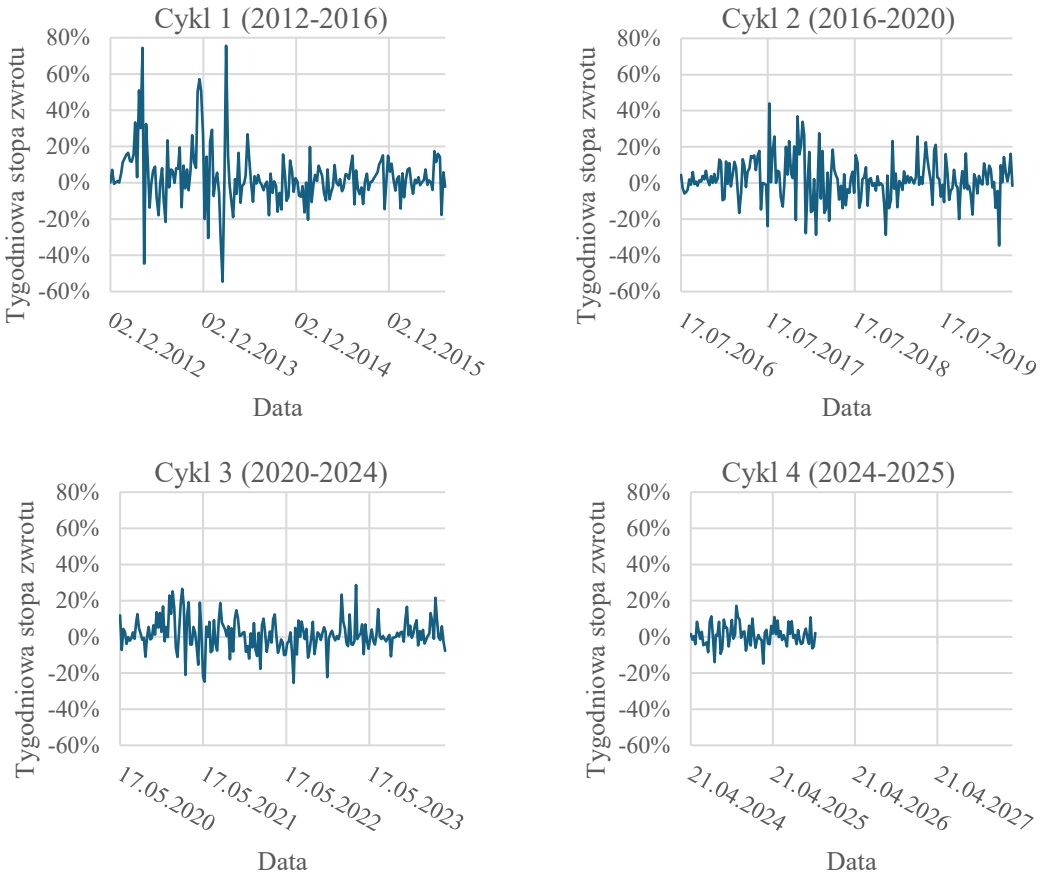
$\sum_{j=2}^{p} \theta_j \Delta Y_{t-j+1}$ – suma uwzględniająca opóźnione pierwsze różnice eliminujące autokorelację reszt,

e_t – składnik losowy.

Procedura testowa weryfikuje hipotezę zerową $H_0: \theta_1 = 1$ wobec hipotezy alternatywnej $H_1: \theta_1 < 1$. Odrzucenie hipotezy zerowej następuje, gdy wartość empiryczna statystyki

testowej ADF (τ) jest mniejsza od odpowiedniej wartości krytycznej lub gdy wartość prawdopodobieństwa testowego (*p*-value) jest mniejsza od przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0{,}05$ (Fuller, 1995, s. 578-579).

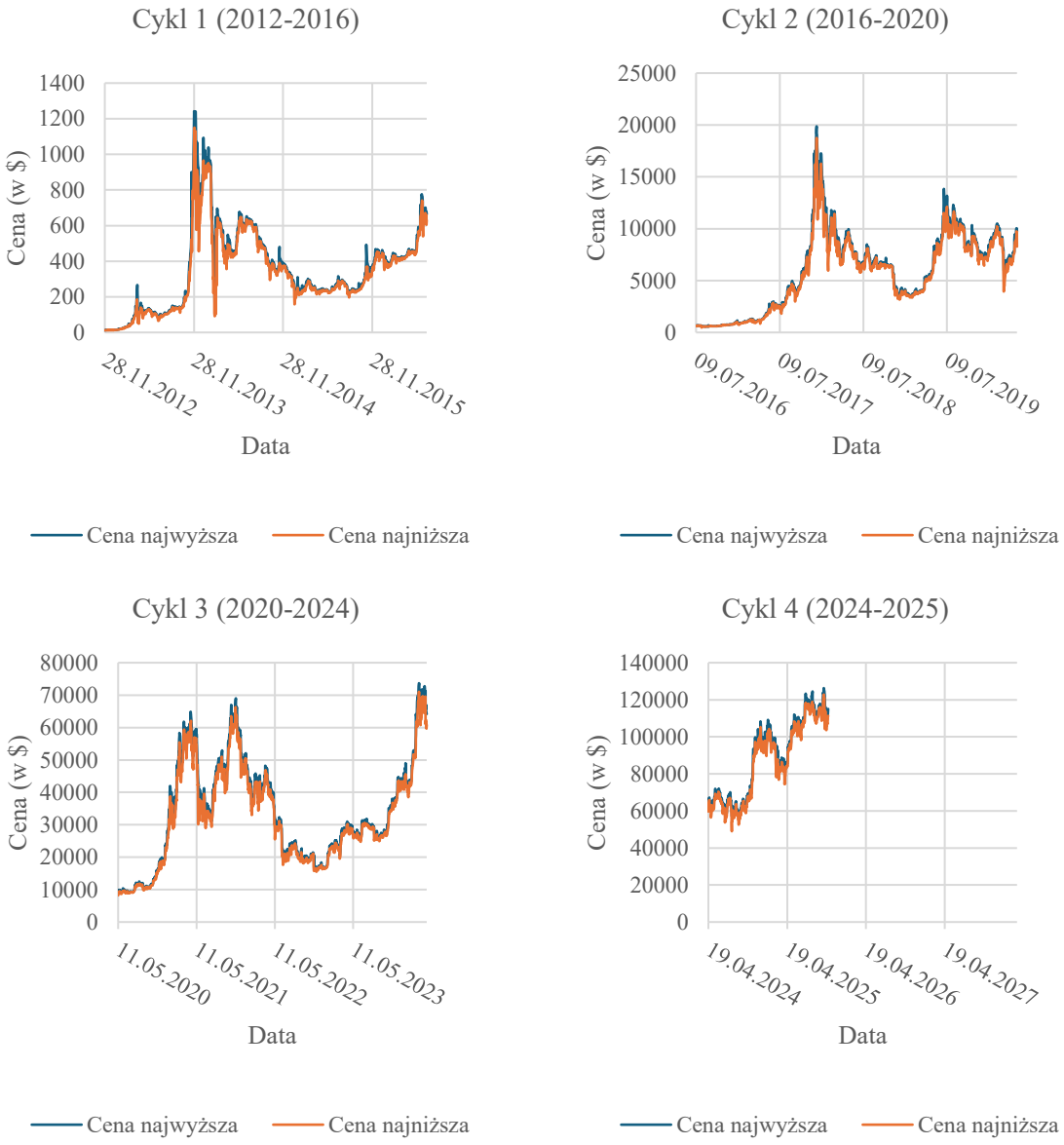
Rysunek 1 przedstawia tygodniowe stopy zwrotu z bitcoina w latach 2012-2025 z podziałem na podokresy odpowiadające cyklom halvingu, a dotyczące ich statystyki opisowe zawarto w Tabeli 1. W następujących po sobie cyklach halvingu bitcoina zauważalna jest systematyczna kompresja wyników, wyrażająca się spadkiem maksimów i amplitud tygodniowych stóp zwrotu z bitcoina oraz wzrost ich minimów. W porównaniu z pierwszym cyklem halvingu obniżeniu uległy średnia oraz mediana z jego tygodniowych stóp zwrotu. Wskaźniki, takie jak odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik kurtozy, również od początku wykazują tendencję spadkową.



[[Rysunek 1. Tygodniowe stopy zwrotu z bitcoina w poszczególnych cyklach halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

[[Tabela 1. Statystyki opisowe tygodniowych stóp zwrotu z bitcoina w poszczególnych cyklach halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Cykl halvingu bitcoina	1	2	3	4
Początek cyklu	28.11.2012	09.07.2016	11.05.2020	19.04.2024
Koniec cyklu	08.07.2016	10.05.2020	18.04.2024	26.10.25
Minimum	-54,55%	-34,55%	-25,49%	-14,83%
Maksimum	75,57%	44,02%	28,65%	17,13%
Amplituda	130,12%	78,57%	54,14%	31,96%
Średnia	3,29%	1,99%	1,36%	0,87%
Mediana	1,60%	1,30%	0,62%	0,88%
Odchylenie standardowe	15,86%	11,66%	9%	5,94%
Klasyczny współczynnik kurtozy	5,77	1,35	1,25	0,23

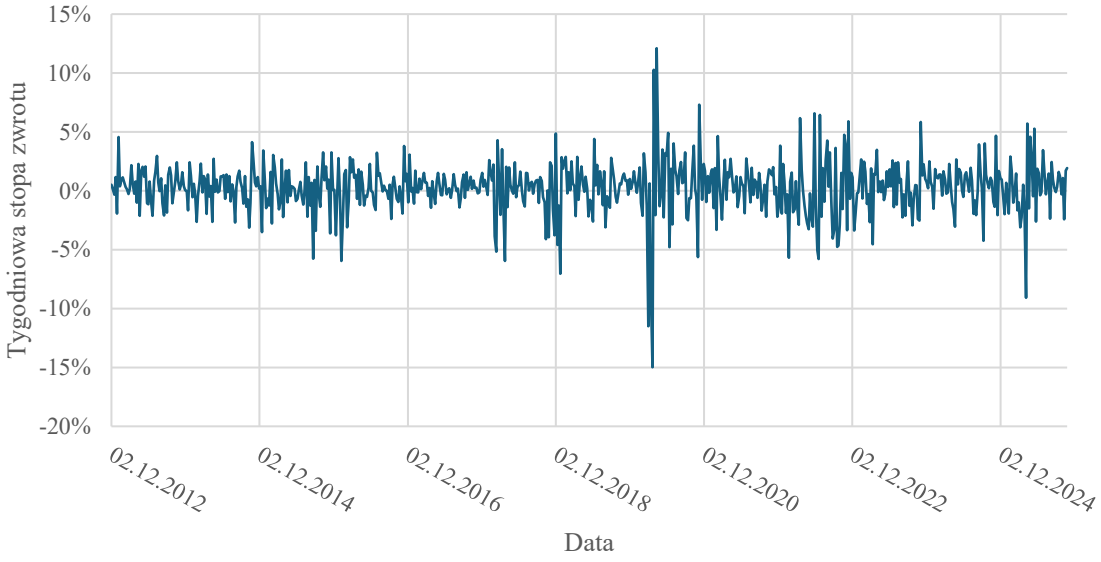


[[Rysunek 2. Dzienne ceny najwyższe i najniższe bitcoina z podziałem na cykle halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Rysunek 2 prezentuje powtarzającą się strukturę, w ramach której w każdym cyklu halvingu bitcoin osiąga szczyt, po którym jego cena maleje i następuje dno cyklu. W Tabeli 2 zestawiono statystyki odległości czasowych dotyczących ekstremów cenowych wszystkich cykli halvingu bitcoina. Wynika z nich, że każdy kolejny cykl halvingu bitcoina staje się coraz dłuższy, a liczba dni do osiągnięcia szczytu oraz dna cyklu również się zwiększa. Odwrotna tendencja widoczna jest w przypadku liczby dni do osiągnięcia nowego rekordu cenowego, ponieważ staje się ona coraz mniejsza.

[[Tabela 2. Podsumowanie odległości czasowych w osiąganiu ekstremów cenowych cykli halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Cykl halvingu bitcoina	1	2	3	4
Długość cyklu (w dniach)	1318	1401	1438	bd.
Liczba dni do osiągnięcia nowego rekordu cenowego	nd.	236	204	201
Liczba dni do osiągnięcia szczytu cyklu	366	526	548	bd.
Liczba dni do osiągnięcia dna cyklu	777	889	924	bd.



[[Wykres 1. Tygodniowe stopy zwrotu z S&P 500 Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Tygodniowe stopy zwrotu z indeksu S&P 500, przedstawione na wykresie 1, charakteryzują się wyraźnie większą stabilnością, ponieważ liczba odchyleń skrajnych jest w ich przypadku zdecydowanie mniejsza. Ponadto ewentualne ekstrema są słabiej oddalone od typowych wartości indeksu, niż ma to miejsce na rynku bitcoina. Okres największej zmienności

amerykańskiego rynku akcji w badanym okresie miał miejsce podczas pandemii COVID-19, gdy tygodniowe stopy zwrotu z indeksu S&P 500 dochodziły do wartości ponad 10% w obu kierunkach.

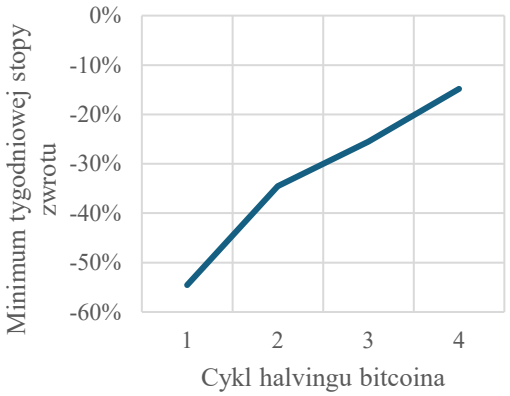
Zgodnie z przyjętą metodyką, badanie stacjonarności przeprowadzono dla tygodniowych prostych stóp zwrotu z bitcoina oraz z indeksu S&P 500 w specyfikacji równania z wyrazem wolnym, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0{,}05$. Optymalną liczbę opóźnień dobrano na podstawie kryterium informacyjnego Akaikego (AIC). Wyniki testu ADF w podziale na poszczególne cykle halvingu bitcoina zestawiono w Tabeli 3.

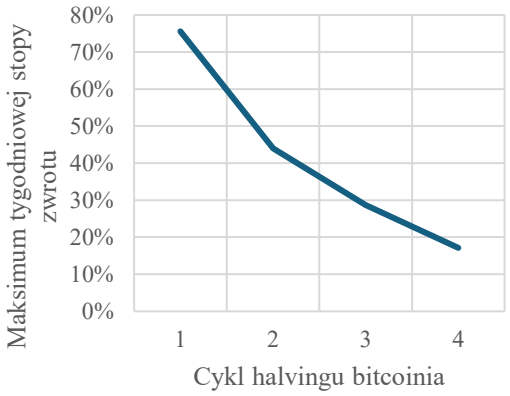
[[Tabela 3. Wyniki testu pierwiastka jednostkowego ADF dla tygodniowych stóp zwrotu z bitcoina i z indeksu S&P 500 w podziale na cykle halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

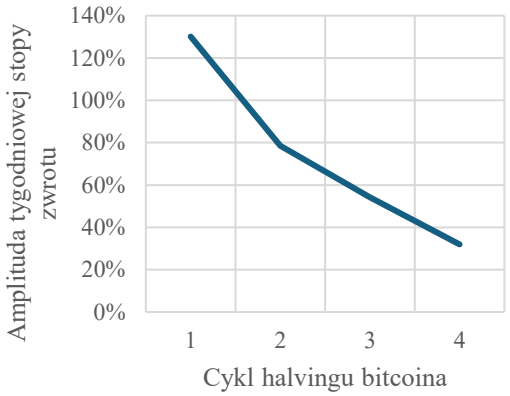
Cykl halvingu bitcoina	Zmienna	Liczba obserwacji	Opóźnienia (AIC)	Statystyka ADF (τ)	p-value	Wniosek
1	Bitcoin	188	0	-11,4552	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
	S&P 500	182	6	-6,8107	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
2	Bitcoin	196	3	-6,9541	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
	S&P 500	195	4	-7,7685	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
3	Bitcoin	201	3	-5,7921	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
	S&P 500	204	0	-15,7681	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
4	Bitcoin	79	0	-8,4856	$< 0{,}0001$	Stacjonarny
	S&P 500	79	0	-11,1436	$< 0{,}0001$	Stacjonarny

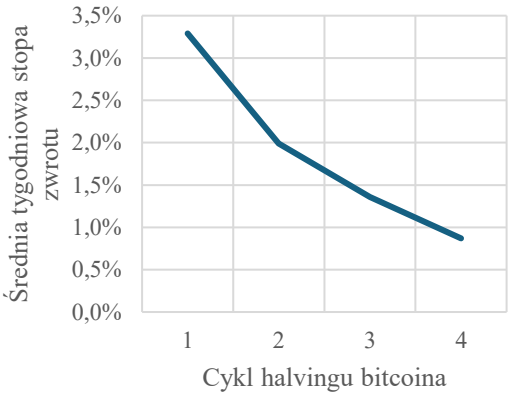
Jak wskazują dane zaprezentowane w Tabeli 3, we wszystkich czterech badanych cyklach halvingowych wartości empiryczne statystyki testowej τ są silnie ujemne, a odpowiadające im wartości prawdopodobieństwa testowego wynoszą poniżej $0{,}0001$. Ponieważ p-value $< 0{,}05$, w każdym analizowanym przypadku istnieją bezwzględne podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej H_0 na rzecz hipotezy alternatywnej H_1. Oznacza to, że analizowane tygodniowe stopy zwrotu bitcoina oraz indeksu S&P 500 są szeregami stacjonarnymi w każdym z wyodrębnionych podokresów. Spełnienie warunku stacjonarności potwierdza rzetelność metodyczną badania i uprawnia do dalszej analizy zależności między rynkami bez ryzyka zniekształcenia wniosków przez pozorną korelację.

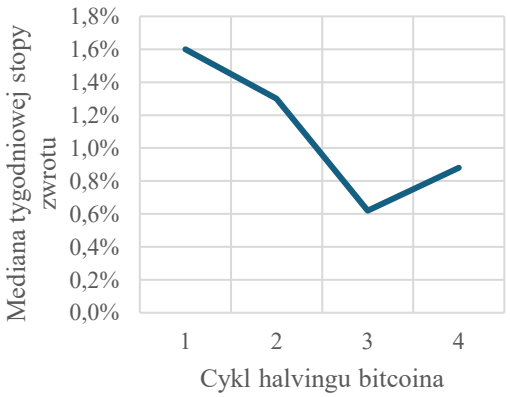
<<Wyniki empiryczne badania>>

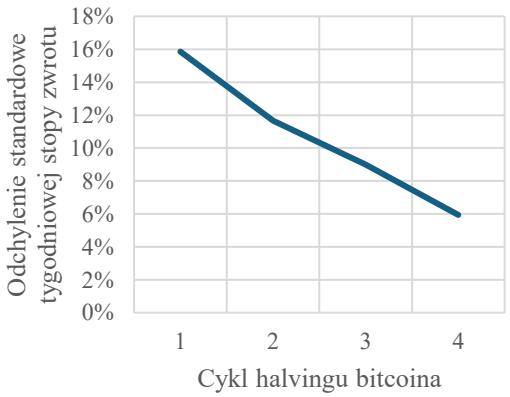


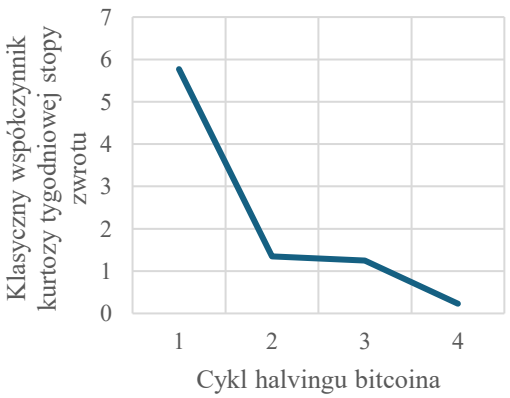










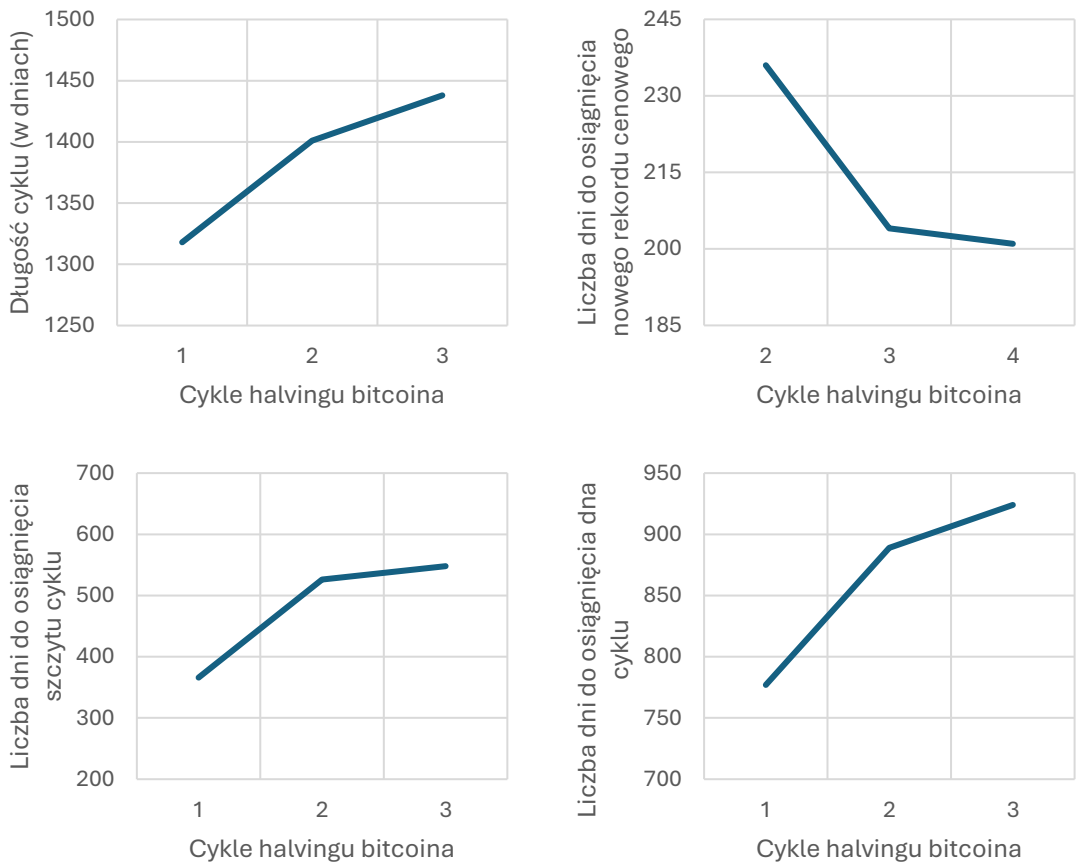


[[Rysunek 3. Dynamika zmian statystyk opisowych tygodniowej stopy zwrotu z bitcoina dla cykli halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

[[Tabela 4. Podsumowanie dynamiki zmian statystyk opisowych dla cykli halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Cykl halvingu bitcoina	2	3	4
Minimum	Wzrost o 36,66%	Wzrost o 26,22%	Wzrost o 41,82%
Maksimum	Spadek o 41,75%	Spadek o 34,92%	Spadek o 40,21%
Amplituda	Spadek o 39,62%	Spadek o 31,09%	Spadek o 40,97%
Średnia	Spadek o 39,51%	Spadek o 31,66%	Spadek o 36,03%
Mediana	Spadek o 18,75%	Spadek o 52,31%	Wzrost o 41,94%
Odchylenie standardowe	Spadek o 26,48%	Spadek o 22,81%	Spadek o 34%
Klasyczny współczynnik kurtozy	Spadek o 76,6%	Spadek o 7,41%	Spadek o 81,6%

Rysunek 3 przedstawia dynamikę zmian statystyk opisowych tygodniowej stopy zwrotu z bitcoina w czasie z podziałem na cykle halvingu bitcoina. Tabela 4 uzupełnia informację o dynamice zmian, prezentując procentowe zmiany statystyk opisowych. Przedstawione dane wskazują, że większość współczynników zachowuje stały kierunek zmian w czasie. Wyjątek stanowi mediana, która wzrosła podczas czwartego cyklu, mimo wcześniejszych spadków w drugim i trzecim cyklu. Zauważalny jest również fakt utrzymywania przez statystyki opisowe podobnego tempa zmian w kolejnych cyklach, z wyłączeniem mediany oraz klasycznego współczynnika kurtozy, którego zmiana drastycznie spowolniła w trzecim cyklu.



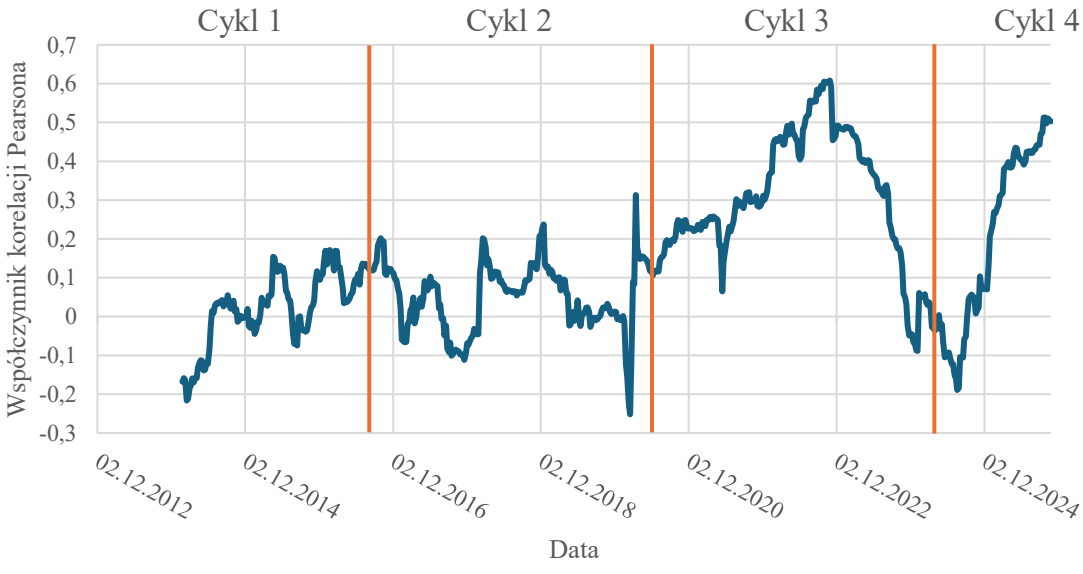
[[Rysunek 4. Dynamika zmian odległości czasowych w osiąganiu ekstremów cenowych dla cykli halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

[[Tabela 5. Podsumowanie dynamiki zmian odległości czasowych w osiąganiu ekstremów cenowych dla cykli halvingu bitcoina Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

Cykl halvingu bitcoina	2	3	4
Długość cyklu (w dniach)	Wzrost o 6,3%	Wzrost o 2,64%	bd.
Liczba dni do osiągnięcia nowego rekordu cenowego	nd.	Spadek o 13,56%	Spadek o 1,47%
Liczba dni do osiągnięcia szczytu cyklu	Wzrost o 43,72%	Wzrost o 4,18%	bd.
Liczba dni do osiągnięcia dna cyklu	Wzrost o 14,41%	Wzrost o 3,94%	bd.

Rysunek 4 prezentuje dynamikę zmian poszczególnych odległości czasowych w osiąganiu ekstremów cenowych dla cykli halvingu bitcoina, a Tabela 5 uzupełnia informację o dynamice zmian, prezentując ich procentowe zmiany. Wszystkie odległości czasowe zachowują stały kierunek zmian, ulegając wydłużeniu z cyklu na cykl. Największa różnica dotyczyła liczby dni do osiągnięcia szczytu w drugim cyklu halvingu w porównaniu z pierwszym cyklem.

Wykres 2 ukazuje korelację w ruchomym 60-tygodniowym oknie między tygodniową stopą zwrotu z bitcoina a tygodniową stopą zwrotu z indeksu S&P 500. Obejmuje zakres danych od 02.12.2012 do 26.10.2025. Współczynnik korelacji Pearsona osiągał w okresie badania wartości od -0,252 do 0,608. O ile w cyklu pierwszym i drugim obserwowano brak silnej zależności, o tyle zauważalny jest stopniowy wzrost korelacji od pierwszego kwartału 2020 roku, czyli od wybuchu pandemii COVID-19, która wywołała gwałtowne spadki na amerykańskiej giełdzie. Trend rosnącej współzależności był kontynuowany mimo inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę w lutym 2022 roku, która wpłynęła negatywnie na stopę zwrotu z indeksu S&P 500. Sytuacja ta wywindowała współczynnik korelacji Pearsona do poziomów nieobserwowanych w pierwszym i drugim cyklu halvingu. Powyższy trend wzrostowy pokrywa się również ze wspomnianym wcześniej wejściem na rynek bitcoina inwestorów instytucjonalnych w 2021 roku. Po osiągnięciu maksimum w październiku 2022 roku, rozpoczęła się tendencja spadkowa korelacji, która mogła stanowić reakcję na wstrząsy w branży kryptowalut, w szczególności na upadek giełdy FTX 7 listopada 2022 roku i tymczasową utratę zaufania do tego rynku. Sytuacja ta utrzymywała się aż do lipca 2024 roku, po którym nastąpił powrót do wysokich wartości współczynnika korelacji Pearsona z trzeciego cyklu halvingu bitcoina.



[[Wykres 2. Korelacja w ruchomym oknie między tygodniowymi stopami zwrotu z bitcoina i z indeksu S&P 500 Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: Stooq.pl]]

<<Podsumowanie>>

Przeprowadzona analiza jednoznacznie pokazała, że cykle halvingu bitcoina doświadczają zmian w czasie. Ponadto na jej podstawie można zaobserwować stabilizowanie się cykli wraz z każdym kolejnym wystąpieniem, co wynika ze stopniowego spowolnienia przemian dotyczących ich regularności. Stwierdzenie to uwierzytelnia również fakt normowania się notowań bitcoina poprzez stałe tempo zmniejszania się jego zmienności, co sygnalizuje większość współczynników. Rynkowa tendencja do wyciszania zmienności stanowi empiryczne potwierdzenie dojrzewania architektury sieci oraz stopniowego przejścia od historycznych faz wysokiej spekulacji do bardziej ukształtowanych mechanizmów podażowo-popytowych i dojrzałości rynkowej (Fabus i in., 2024, s. 18-20). Wyniki te wpisują się w szeroką dyskusję nad ewolucją modelu ekonomicznego bitcoina, w którym w miarę jak nagrody za blok drastycznie spadają i docelowo zanikają, tradycyjne zachęty finansowe dla górników ulegają osłabieniu, co wymusza przejście na model oparty na opłatach transakcyjnych i mechanizmach stabilizujących bezpieczeństwo sieci (Lee, 2026, s. 24). Długoterminowa dojrzałość rynkowa aktywa jest również wspierana przez adaptację technologiczną i rozwój rozwiązań drugiej warstwy, które umożliwiają efektywne skalowanie transakcji przy jednoczesnym zachowaniu nienaruszonej, stałej podaży bitcoina (Fabus i in., 2024, s. 19; Matthews, 2024, s. 12).

Bitcoin obecnie można uznać za walor, który mniej niż w przeszłości służy dywersyfikacji portfela składającego się ze spółek notowanych w ramach indeksu S&P 500. Wskazuje na to wyższa niż wcześniej korelacja tygodniowych stóp zwrotu z obu tych zmiennych. Fakt częstszego pokrywania się wyników bitcoina i indeksu S&P 500 jest również aspektem mającym znamiona stabilizowania się tej kryptowaluty na rynku finansowym. Uzyskane wyniki empiryczne wpisują się w spostrzeżenia Chana i in. (2023). Wykazali oni bowiem, że intensywny napływ kapitału instytucjonalnego nie gwarantuje bitcoinowi zachowania cech klasycznego instrumentu zabezpieczającego czy „bezpiecznej przystani", a postępująca integracja z tradycyjnym rynkiem może docelowo naruszyć ukształtowany na przestrzeni ostatniej dekady schemat cykli halvingowych (Chan i in., 2023, s. 203-204). Zaprezentowana w niniejszej pracy analiza stóp zwrotu oraz rosnącej korelacji z indeksem S&P 500 dostarcza dowodów empirycznych na poparcie tej tezy, wskazując, że stopniowe włączanie bitcoina do głównego obiegu finansowego osłabia jego unikalną niezależność od koniunktury giełdowej.

<<Bibliografia>>

Altman, D. G., & Bland, J. M. (2005). Standard deviations and standard errors. *Bmj*, *331*(7521), 903. https://doi.org/10.1136/bmj.331.7521.903

Campbell, J. Y., Lo, A. W., MacKinlay, A. C., & Whitelaw, R. F. (1998). The econometrics of financial markets. *Macroeconomic Dynamics*, *2*(4), 559-562.

Chan, J., Phoong, S. W., Phoong, S. Y., Cheng, W. K., & Chen, Y. L. (2023). The bitcoin halving cycle volatility dynamics and safe haven-hedge properties: A msgarch approach. *Mathematics*, 11(3), 1-19. https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-7765-4

Fabus, J., Kremenova, I., Stalmasekova, N., & Kvasnicova-Galovicova, T. (2024). An empirical examination of Bitcoin's halving effects: Assessing cryptocurrency sustainability within the landscape of financial technologies. *Journal of Risk and Financial Management*, *17*(6), 229. https://doi.org/10.3390/jrfm17060229

Fuller, W. A. (1995). *Introduction to statistical time series*. John Wiley & Sons.

Jajuga, K. (2003). Metody statystyczne w finansach. *StatSoft Polska, Kraków*.

Kochański, B. (2022). Czy kurtoza mierzy spiczastość rozkładu?. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, *67*(11), 43-61. https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.1039

Lee, J. (2026). Bitcoin after block rewards. *arXiv*, 2606.05503. https://arxiv.org/abs/2606.05503

Matthews, R. L. (2024). Untangling the Processes of Bitcoin: An Organizational Learning Perspective. *Challenges*, *15*(1), 9. https://doi.org/10.3390/challe15010009

Meynkhard, A. (2019). Fair market value of bitcoin: Halving effect. *Investment Management & Financial Innovations*, 16(4), 72. https://doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.07

Nanek, P. i Sepioło, J. (2023). Kryptowaluty i czynniki wpływające na ich wzrost. *Zarządzanie rozwojem organizacji w procesie transformacji, rozwoju i zmiany*, 48. https://archaegraph.pl

Piech, K. (2016). Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut. *Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa*.

S&P Dow Jones Indices. (2025). S&P U.S. Indices Methodology. https://www.spglobal.com/spdji/en/methodology/article/sp-us-indices-methodology/

Snedecor, G. W. (1941). *Statistical methods*, *51*(2), 172. LWW.

Stankiewicz, K. (2021). BlackRock's Rick Rieder Says the World's Largest Asset Manager Has 'Started to Dabble'in Bitcoin.

Weisstein, E. W. (2017). Kurtosis Excess. *https://mathworld. wolfram. com/*.

Wibig, J. (2013). O współczynniku korelacji liniowej raz jeszcze. *W: K. Jarzyna (red.). Zastosowanie metod statystycznych w geografii. Kielce: Instytut Geografii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach*, 47-61.

Zohuri, B., Nguyen, H. T., & Moghaddam, M. (2022). What is the Cryptocurrency. *Is it a threat to our national security, Domestically and Globally*, 1-14.