Uniwersytet Ekonomiczny
we Wrocławiu

KIERUNEK STUDIÓW

Finanse i Rachunkowość

**Patryk Dudek**

Nr albumu 175781

**PRACA MAGISTERSKA**

# Analiza wpływu tweetów Elona Muska na rynek wybranych kryptowalut

**Promotor:**

Dr hab. Krzysztof Piontek, prof. UEW

**Katedra:**

Inwestycji Finansowych i Zarządzania Ryzykiem

**WROCŁAW 2023**

# Analyzing the impact of Elon Musk's Tweets on selected cryptocurrencies market


## Abstract:

Recently, there has been a multitude of indications and reports concerning the impact of social media on financial markets. This topic particularly pertains to Elon Musk, one of the world's wealthiest and most influential figures and the founder of companies like Tesla and SpaceX. Public opinion suggests that Musk's tweets on specific cryptocurrencies may have significantly affected their valuation, trading volume, and investor behavior. This study aims to investigate the short-term effects of Musk's tweets on the logarithmic returns and trading volume of select cryptocurrencies like: Dogecoin, Bitcoin, and Ethereum. We concentrated on the event study methodology within a time window ranging from 60 minutes before to 60 minutes after each tweet. For this research, we used a custom Python tool that automatically extracted a sample of Musk's cryptocurrency-related tweets from the inception of his account until 31 December 2022. We applied the event study methodology to assess the market's reaction to these tweets. The results point to a substantial influence of Musk's tweets on both the returns and trading volume of cryptocurrencies, particularly with Dogecoin. The results show how the messages of influential people (Elon Musk) can impact cryptocurrency markets. They present investors with potential opportunities to formulate alternative investment strategies. At the same time, they can provide regulators with credible grounds to introduce suitable regulations or supervisory measures for monitoring and controlling digital asset markets.



**Key words:** event study, tweets, cryptocurrency, Elon Musk, Dogecoin, Bitcoin, Ethereum

WSTĘP ..... 5
1. Informacje a rynki kryptowalut – ujęcie teoretyczne ..... 7
1.1. Efektywność informacyjna rynków finansowych ..... 7
1.2. Hipoteza efektywności rynków ..... 8
1.3. Racjonalność inwestorów a finanse behawioralne ..... 10
1.4. Przegląd literatury w zakresie analizy zdarzeń ..... 11
1.5. Nowe technologie a rynki finansowe ..... 13
2. Analiza wpływu informacji ..... 18
2.1. Analiza zdarzeń ..... 18
2.2. Miary analizy zdarzeń ..... 21
2.3. Testy statystyczne ..... 25
2.4. Wolumen obrotu ..... 27
2.5. Analiza sentymentu ..... 27
3. Wyniki badań empirycznych ..... 29
3.1. Wyodrębnienie próby badawczej ..... 29
3.2. Wpływ tweetów na Dogecoin ..... 35
3.3. Wpływ tweetów na Bitcoina ..... 39
3.4. Wpływ tweetów na Ethereum ..... 44
3.5. Wyniki analizy sentymentu ..... 48
3.6. Wnioski końcowe ..... 49
ZAKOŃCZENIE ..... 51
LITERATURA ..... 53
STRONY INTERNETOWE ..... 55
TABELE ..... 57
RYSUNKI ..... 59
WYKRESY ..... 59

ZAŁĄCZNIKI ..... 60
OŚWIADCZENIE AUTORA (AUTORÓW) PRACY ..... 66
OŚWIADCZENIE PROMOTORA ..... 66

# WSTĘP

Od zawsze informacje o rynkach i najważniejszych wydarzeniach stanowiły podstawowy element wpływający na decyzje podejmowane przez inwestorów. Obecnie, w wyniku dynamicznego rozwoju technologicznego, rosnącej popularności mediów społecznościowych oraz globalizacji, dostęp do nich stał się bardziej powszechny i szybszy niż kiedykolwiek wcześniej. To właśnie dzięki łatwemu dostępowi do internetu, możliwe stało się śledzenie zmian na rynkach finansowych w czasie rzeczywistym. Ponadto ciągła wymiana danych oraz korzystanie z wyspecjalizowanych narzędzi informatycznych umożliwiło skuteczniejszą reakcję na zmieniające się warunki rynkowe i podejmowanie decyzji opartych na najaktualniejszych informacjach.

Współcześnie jednymi z głównych i najszybciej rozwijających się źródeł informacji są wspomniane media społecznościowe. Stanowią one nieodłączny element życia codziennego, a rola ich w przekazywaniu wiadomości nabrała coraz większego znaczenia. To właśnie dzięki portalom takim jak Twitter możliwe stało się szybsze i łatwiejsze przekazywanie komunikatów oraz opinii ekspertów na temat najnowszych trendów i wydarzeń dotyczących wybranych treści. Dla wielu inwestorów i analityków portal ten służy jako podstawowe źródło informacji na temat newsów, sentymentu, czy innych istotnych wydarzeń mogących wpłynąć na rynki.

W środowisku naukowym Twitter nie tylko pełni rolę popularnego medium, ale także jest on narzędziem wpływającym na praktyki komunikacyjne oraz organizowanie się społeczności. Portal ten, dzięki swojej funkcjonalności i prostocie, stał się ważnym źródłem ustrukturyzowanych danych, przydatnych podczas analizowania wybranych zjawisk społecznych. Coraz częściej zaobserwować można szersze wykorzystanie danych z Twittera w badaniach naukowych, dotyczących zarówno tematów związanych z używaniem portalu, jak i tych bezpośrednio powiązanych z konkretnymi krótkimi wpisami (tzw. tweetami) wybranych użytkowników.

W ostatnim czasie pojawiło się wiele przesłanek i doniesień dotyczących wpływu mediów społecznościowych na kształtowanie się rynków finansowych. Temat ten w szczególności dotyczył jednej z najbogatszych i najbardziej wpływowych osobistości na świecie - Elona Muska, założyciela takich firm jak Tesla i SpaceX. W opinii publicznej zauważa się, że jego tweety wyrażające opinie na temat poszczególnych kryptowalut mogły wpływać, zarówno na ich wyceny, wolumen obrotu oraz zachowania inwestorów.

Głównym celem pracy jest zbadanie i określenie wpływu tweetów Elona Muska na zmiany stóp zwrotu oraz wolumenu obrotu wspominanych przez niego kryptowalut, takich jak:

Dogecoin (DOGE), Bitcoin (BTC) oraz Ethereum (ETH). Dodatkowo oprócz celu głównego podjęto próbę pogłębienia tematu i zweryfikowania odpowiedzi na zamieszczone poniżej tezy.

Teza 1: Wpływ tweetów Elona Muska na zmianę ceny i płynności różnił się w zależności od wspominanych przez niego kryptowalut.

Teza 2: Tweety Elona Muska powodowały głównie pozytywny efekt, wpływając na wyceny oraz wolumen obrotu poszczególnych kryptowalut.

Teza 3: Tweety Elona Muska dotyczące kryptowalut wywoływały większą interakcję użytkowników w porównaniu do jego pozostałych tweetów opublikowanych w tych samych latach, co sugerować mogło zwiększone zainteresowanie i zaangażowanie inwestorów w tematy związane z kryptowalutami.

Temat ten zyskał na znaczeniu, ponieważ w ciągu ostatniej dekady rynek kryptowalut przeżył dynamiczny rozwój stając się ważnym składnikiem światowego sektora finansowego. W pracy zastosowano metodologię analizy zdarzeń, mierzącą siłę reakcji inwestorów na konkretne wydarzenia. Zakres analizy objął wszystkie tweety Elona Muska opublikowane od początku istnienia jego konta (2010 rok) - do końca 2022 roku.

Niniejsza praca podzielona została na trzy rozdziały. Pierwszy z nich skupia się na teoretycznych aspektach powiązanych z analizą zdarzeń i tematem badania. Przybliżono pojęcia nawiązujące do efektywności, teorii rynku efektywnego oraz podstaw z zakresu finansów behawioralnych. Dokonano przeglądu literatury, przybliżając proces przeprowadzanych badań. Na końcu rozdziału, skupiono się również na przedstawieniu rozwoju i funkcjonowanie platformy Twitter oraz badanych w pracy kryptowaluty.

Rozdział drugi prezentuje metodykę badań empirycznych. Omówiono w nim proces (etapy) przeprowadzania badań, wyodrębnienia próby badawczej oraz użycia miar wykorzystywanych w trakcie realizowanych badań analizy zdarzeń i sentymentu.

W odróżnieniu od poprzednich rozdziałów ostatnia część ma charakter badania empirycznego. Przedstawiono w nim poszczególne etapy procesu gromadzenia danych oraz wyodrębnienia wykorzystanej próby badawczej. Ponadto, zaprezentowano wyniki badań oceniających wpływ wpisów Elona Muska na zmiany stóp zwrotu, wolumenu obrotu oraz wskaźników interakcji (określających sentyment) analizowanych kryptowalut.

W badaniach wykorzystano autorskie narzędzia, które umożliwiły automatyczne pozyskanie, skuteczną obróbkę oraz analizę tweetów Muska. Otrzymane wyniki pozwoliły na weryfikacje postawionych tez badawczych.

# 1. Informacje a rynki kryptowalut – ujęcie teoretyczne

Analiza zdarzeń (*event study*) to jedna z najczęściej wykorzystywanych metod badawczych służących do określenia wpływu zdarzenia na cenę bądź wolumen obrotu danych aktywów. Ma ona zastosowanie w wielu pracach z zakresu ekonomii i finansów, pozwalając na określenie reakcji inwestorów na różne informacje, takie jak np.: publikacja wyników finansowych, zmiana składu indeksu giełdowego, czy chociażby wypowiedzi wpływowych postaci.

Przed przystąpieniem do omówienia szczegółów dotyczących tematyki z zakresu analizy zdarzeń, ważne jest zapoznanie się ze ściśle powiązanymi pojęciami: efektywności, rynku efektywnego oraz racjonalności inwestorów. Zrozumienie wspomnianych zagadnień jest nieodłącznym elementem, odnoszącym się do realizowanych badań.

## 1.1. Efektywność informacyjna rynków finansowych

Termin „efektywności" jest pojęciem złożonym i szerokim, choć najczęściej używany jest on w kontekście określenia wydajności i sprawności układu lub systemu (Gurgul, 2006). W naukach ekonomicznych pojęcie to odnosi się do tego, w jaki sposób zasoby są wykorzystywane w celu osiągnięcia zamierzonych celów (Głodziński, 2014). Natomiast, w odniesieniu do rynków kapitałowych nie jest to już tak jednoznaczne, ponieważ wyróżnić można trzy następujące rodzaje efektywności (Kubacki, 2017).

- Efektywność alokacyjna – polegająca na efektywnym lokowaniu dostępnych kapitałów, tak aby przyniosły one największą wartość. Innymi słowy, rynek w sensie alokacyjnym istnieć może tylko wtedy, gdy zapewnia odpowiedni dopływ kapitału do miejsc o najlepszym potencjale inwestycyjnym,

- Efektywność transakcyjna – występująca wtedy, gdy konkurencja między pośrednikami na rynku zapewnia niskie koszty transakcyjne oraz umożliwia szybkie zawieranie transakcji. W celu osiągnięcia tej efektywności, struktura rynkowa powinna być dobrze zorganizowana i składać się z wielu instytucji, świadczących usługi dla inwestorów i emitentów,

- Efektywność informacyjna – zakładająca szybką i dokładaną wymianę informacji między wszystkimi jego uczestnikami. Dzięki czemu wszystkie informacje

są natychmiastowo uwzględniane w wycenie papierów wartościowych, prowadząc tym samym do ich adekwatnej wyceny.

Wszystkie trzy formy efektywności rynków kapitałowych są ze sobą mocno powiązane i zależne od siebie. Optymalna alokacja kapitału jest niemożliwa bez sprawnego przepływu informacji oraz minimalizacji kosztów pośrednictwa przeprowadzonych transakcji, dotyczących rozdysponowania kapitału (Starzeński, 2011).

## 1.2. Hipoteza efektywności rynków

Od wielu lat, funkcjonowanie rynków przyciąga uwagę wielu badaczy (Janicka, 2008). W literaturze przedmiotu w celu zrozumienia działania mechanizmów rynkowych, przywołać można różne teorie, które pozwalają na wyjaśnienie tego, dlaczego ceny poszczególnych instrumentów finansowych zmieniają się w czasie.

Jedną z najpopularniejszych i najczęściej przytaczanych teorii, jest hipoteza efektywności rynków (EHM, *Efficient Market Hypothesis*) opracowana przez Eugene'a Famy na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku. Zgodnie z jej definicją zakłada się, że ceny aktywów finansowych odzwierciedlają wszystkie dostępne informacje zarówno publiczne, jak i prywatne (Fama, 1970). Oznacza to, że nie ma możliwości osiągniecia ponadprzeciętnych stóp zwrotu, dzięki np. analizie technicznej lub analizie fundamentalnej. Na tej podstawie przyjmuje się również, że każdy z uczestników rynku ma równy dostęp do informacji, przejawiający się w tym, że ceny aktywów finansowych odzwierciedlają ich rzeczywistą wartość. Generalnie założenia hipotezy rynków efektywnych przedstawić można w 3 głównych podpunktach (Zielonka, 2015).

- Inwestorzy zawsze podejmują racjonalne decyzje i są w stanie dokładnie wycenić aktywa finansowe,
- Inwestorzy nieracjonalni działając w sposób niekonsekwentny. Ich działania wzajemnie się eliminują i nie wpływają w żaden sposób na rynek,
- Efekty nieracjonalnego działania inwestorów, dokonujących błędnych wycen akcji, są eliminowane przez arbitrażystów, którzy są w stanie wykorzystać takie sytuacje w celu osiągnięcia zysków.

Dalsze badania nad efektywnością rynków doprowadziły do ustalenia przez Famę warunków koniecznych, które muszą być spełnione, tak, aby rynek mógł zostać uznany za efektywny. Warunki te obejmują (Szyszka, 2003):

- dużą liczbę uczestników maksymalizujących swój dochód na rynku,
- losowość napływu nowych informacji na rynek, czyli niemożliwość przewidywania momentu ich publikacji lub treści,
- natychmiastowe dokonywanie transakcji wynikających z napływu nowych informacji.

Dodatkowo, oprócz warunków koniecznych, Fama sformułował warunki wystarczające, aby dany rynek można było uznać za efektywny. Wśród założeń wymienić należy (Gurgul, 2006):

- powszechny i bezpłatny dostęp do informacji dla wszystkich uczestników rynku,
- brak kosztów związanych z dokonywaniem transakcji oraz podatków,
- zgodność między uczestnikami rynku, co do wpływu nowych informacji na ceny notowanych instrumentów i walorów.

Analizując powyższe warunki zdano sobie sprawę, że w rzeczywistości żaden rynek nie będzie w stanie spełnić wszystkich wymienionych warunków. W celu uniknięcia nieścisłości wynikających z interpretacji definicji rynku efektywnego, wyróżniono tym samym trzy formy efektywności informacyjnej rynku. Wyszczególnienie to, w literaturze sprowadza się do przedstawienia efektywności w następujący sposób (Fama, 1970).

- Efektywność słaba – na takim rynku informacje dotyczące zmian cen i indeksów giełdowych są już w pełni uwzględnione w bieżących wycenach. Wiedza na temat historycznych cen nie ma wpływu na wybór waloru. Rynek o słabej efektywności charakteryzuje się niezależnością stóp zwrotu z instrumentów dłużnych, co wiąże się z brakiem skuteczności analizy technicznej,
- Efektywność średnia – oznacza, że wszelkie istotne informacje są odzwierciedlone w bieżących cenach akcji. Osiągnięcie ponadprzeciętnych stóp zwrotu z inwestycji jest możliwe tylko w przypadku korzystania z poufnych informacji, co jest nielegalne,

- Efektowność silna – oznaczające, że wszelkie istotne informacje, zarówno publiczne jak i poufne, są odzwierciedlone w bieżących cenach walorów. Wykorzystywanie poufnych informacji nie przynosi ponadprzeciętnych dochodów.

## 1.3. Racjonalność inwestorów a finanse behawioralne

Pojęcie hipotezy rynku efektywnego prowadzi do konkluzji, że jeśli wystąpi istotne zdarzenie to jego wpływ powinien być natychmiastowo uwzględniony w cenach instrumentów finansowych (Zielonka, 2015). Teoria ta zakłada również, że kierunek zmiany cen jest ściśle powiązany z przekonaniem dotyczącym hipotezy odnoszącej się do racjonalnego zachowania inwestorów. Jest to jedno z fundamentalnych zagadnień powiązanych z neoklasyczną teorią finansów. Zgodnie z jej koncepcją racjonalny inwestor jest w stanie prawidłowo interpretować informacje i na ich podstawie ocenić prawdopodobieństwo przyszłych zdarzeń. Dodatkowo zakłada się, że racjonalni inwestorzy tworzą na tyle dominującą oraz silną zbiorowość, że potrafią momentalnie i efektywnie zredukować ewentualne oznaki nieracjonalności ze strony pozostałych osób. W efekcie rynek funkcjonuje w taki sposób, jakby każdy z jego uczestników zachowywał się rozsądnie i logicznie (Szyszka, 2009).

Teoria finansów behawioralnych podważa hipotezę racjonalności inwestorów oraz przekonanie o minimalnym wpływie irracjonalnego i nielogicznego zachowania na ceny aktywów (Zielińska i Ostrowska, 2013). Współcześnie zauważa się, że inwestorzy nie zawsze działają w pełni racjonalnie, a duże znaczenie podczas podejmowania decyzji inwestycyjnych odgrywają aspekty psychologiczne i społeczne. Badania w dziedzinie finansów behawioralnych sugerują, że inwestorzy są podatni na różnego rodzaju błędy poznawcze, uprzedzenia i emocje, które mogą wpływać na ich decyzje inwestycyjne. Przykładami takich uwarunkowań i czynników są uproszczenia poznawcze i heurystyki, będące powszechnymi czynnikami mogącymi wpływać na procesy dotyczące podejmowania decyzji inwestycyjnych.

W literaturze z zakresu finansów behawioralnych wyróżnić można następujące przykłady heurystyk, mających wpływ na decyzje inwestorów (Motylska - Kuźma i Wieprow, 2017).

- Heurystyka kotwiczenia (zakotwiczenia) - polegająca na opieraniu się na początkowej informacji (kotwicy) podczas podejmowania decyzji. Inwestorzy mogą być skłonni przywiązywać zbyt dużą wagę do początkowych cen lub wartości aktywów, co może prowadzić do błędnej oceny wartości i ryzyka inwestycji,

- Heurystyka reprezentatywności - polegająca na ocenie sytuacji na podstawie podobieństwa do znanych wzorców. Inwestorzy mogą dokonywać ocen inwestycji na podstawie podobieństwa do wcześniejszych udanych lub nieudanych inwestycji, co może prowadzić do zniekształconej oceny ryzyka i potencjalnych zysków,

- Heurystyka dostępności - polegająca na opieraniu się na łatwo dostępnych informacjach podczas oceny sytuacji. Inwestorzy mogą przypisywać większą wagę informacjom, które łatwo przychodzą im na myśl lub są szeroko dostępne, co może prowadzić do zniekształconej oceny ryzyka i perspektyw zysków.

Wpływ finansów behawioralnych przejawia się również w zachowaniach stadnych i wpływie społecznym (Swacha-Lech, 2010). Inwestorzy często podążają za tłumem i podejmują decyzje inwestycyjne na podstawie zachowań pozostałych inwestorów lub opinii publicznej. Takie działania mogą prowadzić do powstawania baniek spekulacyjnych oraz zawyżonych wycen poszczególnych aktywów.

W kontekście realizowanych badań, głównym celem pracy jest zbadanie wpływu tweetów Elona Muska na zachowania inwestorów oraz na zmiany kursu i wolumenu obrotu wybranych kryptowalut. W przypadku tweetów Elona Muska, jego wpisy dotyczące Dogecoin, Bitcoin i Ethereum. mogły powodować wzmożoną uwagę i zainteresowanie ze strony inwestorów, którzy podejmowali decyzje inwestycyjne, oparte na podstawie jego komunikatów. W ciągu ostatnich miesięcy temat ten ponownie powrócił do głównego nurtu zainteresowań, stając się jednym z wiodących tematów omawianych przez media. Obecna dyskusja dotyczy procesu sądowego, w którym to zarówno Elon Musk, jak i jego firma - Tesla, oskarżeni zostali o celowe manipulacje na rynku kryptowalut, zwłaszcza w odniesieniu do kryptowaluty Dogecoin (Forbes, 2023). Oskarżenia kierowane w stronę Elona Muska dotyczą celowych działań, takich jak promowanie, manipulacja rynkowa i handel na podstawie poufnych informacji (Justia, 2022). Przedmiotem kontrowersji stało się wskazanie tego, czy sytuacja ta rzeczywiście miała miejsce i czy faktycznie wpływała na zmiany wartości poszczególnych kryptowalut.

## 1.4. Przegląd literatury w zakresie analizy zdarzeń

W ostatnich latach, w celu oceny reakcji inwestorów na informacje o danym zdarzeniu, wielokrotnie wykorzystywane były badania z zakresu analizy zdarzeń (Czapiewski, 2015). W literaturze przedmiotu, zauważyć można, że metoda ta najczęściej stosowana była

w przypadku badania efektów dotyczących tematów z fuzji i przejęć oraz efektywności rynków kapitałowych. Inne zastosowanie tej metody zaobserwować można również w pracach z zakresu finansów behawioralnych lub tych dotyczących wpływu udostępnienia informacji o wydarzeniach w spółkach (np. ogłoszeń dotyczących dywidendy lub pierwszej emisji akcji) (Perpeczko, 2010).

Obecnie, w literaturze przedmiotu, większość opublikowanych badań opartych na analizie zdarzeń dotyczy gównie analizy dodatkowych stóp zwrotu (rzadziej dodatkowego wolumenu obrotu), na skutek zaistniałych wydarzeń. Wśród badanych obszarów dominują Stany Zjednoczone oraz Wielka Brytania (Perpeczko, 2010). Znacznie mniejszą grupę stanowią badania reakcji inwestorów na zdarzenia na rynkach w Europie, a w przypadku rynków rozwijających się liczba ta jest jeszcze mniejsza (Perpeczko, 2010).

J. Dolley to autor jednej z pierwszych dostępnych prac z zakresu analizy zdarzeń. Na podstawie próby 95 splitów akcji na rynku amerykańskim (pomiędzy 1921, a 1931 rokiem), badał on momenty, w których występowały wzrosty i spadki cen (Kujawa i Ostrowska, 2016). W swoim badaniu, udowodnił, że w 57 przypadkach, podziału akcji towarzyszył wzrost cen, podczas gdy w 26, zaobserwowano spadek (Dutta, 2014).

Wraz z rozwojem rynków finansowych i różnorodnością zjawisk oddziałujących na nie, analiza zdarzeń znalazła szerszy zakres zastosowań. W przypadku badań dotyczące wpływu znanych osobistości i ich mediów społecznościowych na wyceny lub wolumen poszczególnych aktywów, wskazuje się, że treści takiego rodzaju mogły mieć istotny wpływ na zachowania inwestorów. Przykładem pracy mogą być badania przeprowadzone przez Ajjoub, Walker i Zhao (Ajjoub i in., 2020), skupiające się na analizie wpływu tweetów Donalda Trumpa. Wyniki wskazywały, że wpisy o pozytywnej treści byłego prezydenta USA, miały wyraźny wpływ na wzrosty ceny poszczególnych akcji. Autorzy stwierdzili ponadto, że tweety negatywne i neutralne nie miały większego znaczenia, a powtarzane przez Trumpa znane już informacje, wywoływał dodatkową reakcję cen akcji.

Innym przykładem mogą być badania przeprowadzone przez Metta, Madhavan i Narayanan (Metta i in., 2022), którzy na podstawie 8 wyselekcjonowanych tweetów Elona Muska dotyczących spółek (Tesla, Amazon, Etsy, GameStop, Shopify i Sandstrom) oraz Bitcoina, stwierdzili, że w 5 analizowanych przypadkach, wpisy te miały istotny wpływ na ich stopy zwrotu i wolumen obrotu. W pracy tej zaobserwowano także znaczące różnice w rzeczywistej analizie nastroju wpisów, a tej wykorzystującej algorytmy.

Przytoczyć można również inne badania, przeprowadzone przez Ante (Ante, 2022). Autor ten przy „ręcznie” wyselekcjonowanej grupie tweetów Elona Muska, przy wykorzystaniu

analizy zdarzeń, badał wpływ wpisów na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu Bitcoina oraz Dogecoina. Wyniki analizy wskazały na pozytywny istotny wpływ tweetów Elona Muska na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu wspominanych przez Muska kryptowalut – głównie Dogecoina. Badania ukazały istotne znaczenie aktywności znanych osobistości w mediach społecznościowych na rynki. W pracy tej zwrócono również uwagę na istnienie konfliktu pomiędzy ideałami wolności słowa, moralności, a ochroną inwestorów.

## 1.5. Nowe technologie a rynki finansowe

Nowe technologie mają znaczący wpływ na sposób funkcjonowania rynków finansowych, powodując zmiany zarówno w strukturze rynków, jak i zachowaniach inwestorów. Dynamiczny rozwój technologiczny oraz stale pojawiające się innowacje, zrewolucjonizowały sposób działania rynków, czy chociażby dostępu do informacji niezbędnych w proces podejmowania decyzji inwestycyjnych. Obecnie obserwujemy znaczące zmiany kulturowe związane z wykorzystaniem internetu i mediów społecznościowych jako głównego źródła informacji oraz wiedzy. W przeszłości to właśnie media tradycyjne, takie jak telewizja, radio, prasa czy gazety, były głównymi źródłami przekazywania informacji kształtującymi opinie publiczną.

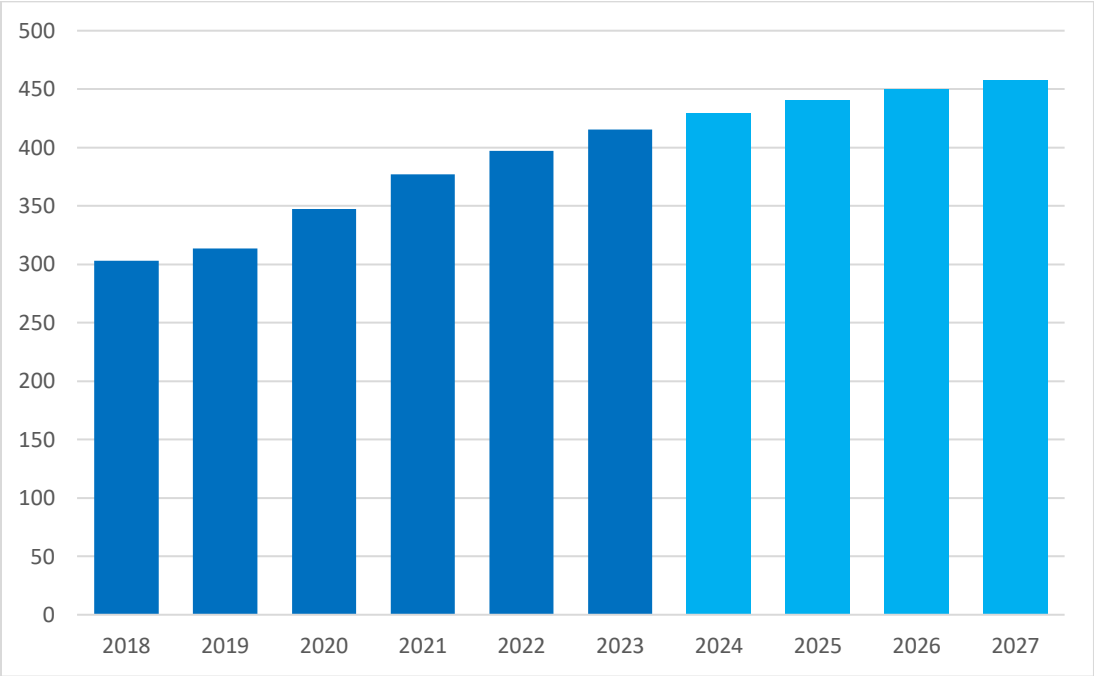
Wraz z upowszechnieniem internetu i pojawieniem się platform społecznościowych, coraz więcej osób zyskało szybki, darmowy i bezpośredni dostęp do treści, które ich interesują. To właśnie Twitter i inne media społecznościowe odegrały kluczową rolę w tej transformacji. Umożliwiają one nie tylko dostęp do szerokiego zakresu informacji w czasie rzeczywistym, ale także dają możliwość aktywnego uczestnictwa w interakcjach i tworzeniu własnej, unikalnej sieci społeczności.

**Twitter**

Twitter to jeden z najpopularniejszych internetowy serwisów społecznościowych, założony w 2006 roku przez Jacka Dorseya, Noah Glass, BizStone i Evan Williams (Rigolin, 2018). Portal ten umożliwia użytkownikom publikowanie i udostępnianie dowolnej liczby, krótkich, 280-znakowych wpisów (zawierających m.in. teksty, linki, obrazy gif-y lub filmy), zwanych „tweetami" (TwitterDev, 2023). W przeciągu ostatnich kilku lat stał się on jednym z najpopularniejszych narzędzi do komunikacji i dzielenia się informacjami na całym świecie. Jest to jeden z najczęściej rozpoznawalnych serwisów, posiadających ogromną bazę użytkowników. Szczególną popularność zyskał wśród celebrytów, polityków, dziennikarzy,

a także firm i przedsiębiorstw, którzy wykorzystują go do budowania wizerunku, promocji produktów i usług lub komunikowania się ze swoja społecznością. Ważna cechą tego serwisu jest możliwość śledzenia wpisów wybranych użytkowników, umożliwiając tym samym tworzenie unikalnych strumieni treści, dostosowanych do danych zainteresowań. Obecnie, Twitter jest jednym z największych mediów społecznościowych, posiadającym ponad 415 milionów użytkowników na całym świecie (Statista, 2023).

**Wykres 1**. Liczba użytkowników Twittera na całym świecie w latach 2018 – 2023 oraz prognozowana liczba użytkowników na lata 2024 – 2027 [miliony]




Źródło: opracowanie własne na podstawie https://www.statista.com/forecasts/1146722/twitter-users-in-the-world [dostęp 01.05.2023].

Korzystając z Twittera użytkownicy mają możliwość obserwowania wybranych osób, co nie oznacza automatycznej wzajemności, jak ma to miejsce np. na portalu Facebooku (Rodak, 2017). W interakcjach na Twitterze kluczowe są specyficzne funkcjonalności techniczne, takie jak hasztagi (#), adresowanie wiadomości (@), polubienia (*like*), komentarze (*reply*), czy przekazywanie wpisów dalej (*retweet*), które pozwalają na komunikowanie się ze sobą i angażowanie się społeczności w dane treści.

Pod koniec października 2022 roku, Elon Musk wykupił Twitter i objął stanowisko dyrektora generalnego (The New York Times, 2023). Decyzja o zakupie portalu była podyktowana potencjałem platformy jako globalnego medium umożliwiającego wolność słowa (Mac i in., 2022). Zapowiedziany został szereg modyfikacji dotyczący m.in.: ograniczenia

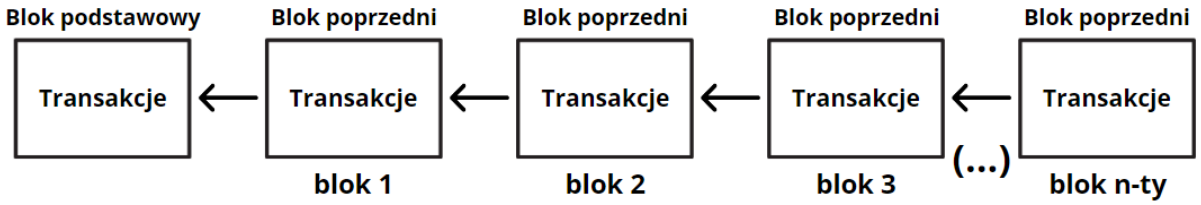
restrykcji w publikowanych treściach oraz zwiększonych działaniach dotyczących usuwania spamu i niechcianych treści. Zmiany te mają na celu poprawę jakości platformy i lepsze dostosowanie jej do potrzeb i oczekiwań użytkowników.

## Kryptowlauty

Koncept kryptowalut jest wynikiem połączenia różnych pomysłów i rozwiązań proponowanych przez zwolenników idei pieniądza elektronicznego. Najprościej zdefiniować je można jako rodzaj cyfrowych walut opartych na kryptografii, które przechowują zaszyfrowane informacje o dokładnym stanie posiadanych jednostek (Investopedia, 2023). W odróżnieniu od walut emitowanych przez państwa i organizacje, kryptowaluty nie mają fizycznego odpowiednika. Stanowią one całkowicie cyfrową formę pieniądza, która istnieje tylko jako zapisy kryptograficzne w oprogramowaniu użytkownika. Nie istnieją instytucje nadzorujące, które zajmowałyby się wprowadzaniem nowych jednostek bezpośrednio na rynek. Takie podejście powoduje, że wartości kryptowalut, regulowana jest głownie przez podstawowe mechanizmy rynkowe – popytu i podaży.

Nieodłącznym elementem oraz podstawą funkcjonowania omawianych walut cyfrowych jest technologia łańcucha bloków (*blockchain*), oznaczająca rozproszoną bazę danych opartych na modelu P2P (*peer to peer)* (Dikariev i Miłosz, 2018). Po raz pierwszy zastosowano ją w 2009 roku w kryptowalucie Bitcoin, umożliwiając bezpieczne i zdecentralizowane przechowywanie informacji o transakcjach. Unikalna struktura *blockchain* zapewnia odporność na różnego rodzaju ataki i manipulacje. Każdy blok w łańcuchu jest powiązany z poprzednim (Sitarska-Buba, 2018), co oznacza, że jakiekolwiek zmiany w jednym bloku wymagałyby zmiany informacji we wszystkich następujących po nim blokach. Ze względu na ogromne wymagania obliczeniowe, taka operacja stała się praktycznie niemożliwa do przeprowadzenia.

**Rysunek 1**. Graficzna prezentacja danych w łańcuchu bloków




Źródło: opracowanie własne.

Rynek kryptowalut zyskał ogromną popularność w ciągu ostatnich kilku lat. Wzrost zainteresowania tym sektorem jest wynikiem działań, zarówno ze strony inwestorów indywidualnych, jak i instytucjonalnych. Aktualnie wartość rynku kryptowalut zmniejszyła się, względem stycznia 2022 roku i wynosi nieco ponad 1 bilion dolarów (Coinmarketcap, 2023). Na Wykresie 2. przedstawiona została kapitalizacja rynkowa w ciągu ostatnich 5 lat.

**Wykres 2.** Kapitalizacja rynku kryptowalut w latach 2018 – 2023 [USD]

Źródło: https://coinmarketcap.com/charts/ [dostęp 01.05.2023]

W obiegu istnieje szereg kryptowalut, pełniących różnorodne role w ekosystemie cyfrowych finansów. Każda z nich ma swoje unikalne cechy, które wpływają na jej funkcjonalność i zastosowania.

**Dogecoin (DOGE)**

Dogecoin to kryptowaluta powstała w 2013 roku jako żartobliwa alternatywa dla innych funkcjonujących wówczas cyfrowych walut. Nazwa „Dogecoin" pochodzi od popularnej grafiki (mema) z internetu przedstawiającego psa rasy Shiba Inu (Nani, 2022), który ostatecznie stał się logiem projektu. Kryptowaluta ta nie ma określonego limitu podaży monet, a do weryfikacji transakcji wykorzystuje algorytm Proof of Work (PoW) (Dogecoin, 2023). Od samego początku, to nie cechy techniczne, a społeczność internetowa stanowiła siłę napędową popularności Dogecoina. Na przełomie 2020 roku, cena Dogecoina gwałtownie wzrosła po trendzie na TikToku, który miał na celu doprowadzenie tej spopularyzowanej „mem-kryptowaluty" do 1 dolara (Chohan, 2021).

**Bitcoin (BTC)**

Bitcoin jest pierwszą i najpopularniejszą z kryptowalut, służącą głownie do przesyłania wartości pomiędzy dwiema stronami bez udziału instytucji finansowych. Powstał on na przełomie 2009 roku, tuż po światowym kryzysie finansowym. Zgodnie z założeniami w opublikowanym wcześniej przez twórcę (lub twórców) manifeście „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", stanowić on miał niezależną od rządów i państw alternatywę dla obecnych walut tradycyjnych (Bitcoin.org, 2023). Bitcoin również działa na protokole algorytmu konsensusu Proof of Work (PoW). Niemniej jednak kryptowaluta ta w odróżnieniu od Dogecoina, co 4 lata podlega zjawisku tzw. halvingu, polegającego na zmniejszeniu się wydobycia BTC o 50% (El Mahdy, 2021). W celu ograniczenia inflacji, maksymalna liczba dostępnych monet do wydobycia, ustalona została na poziomie 21 milionów sztuk.

**Ethereum (ETH)**

Ethereum jest obecnie drugą co do wielkości kryptowalutą na świecie z udziałem w rynku około 19% (Coinmarketcap, 2023). Stworzona został przez programistę Vitalika Buterina pod koniec 2013 roku (Brody i Couture, 2021). Przez wielu nazywana jest Bitcoinem drugiej generacji. To nie tyle kryptowaluta, a raczej platforma umożliwiająca tworzenie zdecentralizowanych aplikacji, bez udziału osób trzecich w sposób zapisany wcześniej w kodzie. Maksymalna liczba monet nie jest określona, ponieważ, Ethereum stanowi bazę dla tworzenia jak największej ilości liczby zdecentralizowanych aplikacji tzw. smart kontraktów, automatyzujących procesy i transakcje. Kryptowaluta ta również działała na zasadzie algorytmu konsensusu Proof of Work (PoW). Od 2022 roku Ethereum przeszło szereg ulepszeń i obecnie do zatwierdzania transakcji wykorzystuje mechanizm konsensusu Proof of Stake - polegający na blokowaniu pewnej wybranej ilości monet.

# 2. Analiza wpływu informacji

W dzisiejszych czasach, w erze powszechnego dostępu do internetu, inwestorzy otrzymują niezliczoną ilości treści na temat trendów i zmian zachodzących na rynkach. Właściwa ocena dotycząca tego, które informacje są wartościowe, a które bezwartościowe wydają się w tej sytuacji kluczowe i niezbędne w procesie podejmowania trafnych decyzji inwestycyjnych.

Jednym ze sposobów oceny wartości informacji są badania określane mianem analizy zdarzeń. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat było one wielokrotnie wykorzystywane i pozwalały stwierdzić, czy dane zdarzenie miało wpływ na zamiany akcji (aktywa finansowego) lub jego wolumen obrotu. Przyjmując hipotezę rynku efektywnego i zakładając, że inwestorzy działają racjonalnie, oczekuje się, że zmiany te powodowane wystąpieniem danego zdarzenia powinny być widoczne w stosunkowo jak najkrótszym czasie (MacKinlay, 1997).

## 2.1. Analiza zdarzeń

Nierzadko istnieje kilka konkurujących ze sobą stanowisk, usiłujących wyjaśnić mechanizmy reakcji cenowej na pojawienie się informacje o zajściu konkretnego zdarzenia. Z perspektywy teorii ekonomicznej nie zawsze również można jednoznacznie określić kierunek, w jakim powinny zmieniać się ceny (Gurgul, 2006).

W ostatnim czasie, aby ocenić, jak inwestorzy reagowali na informacje o określonym zdarzeniu, często stosowano podejście wykorzystujące analizę zdarzeń. Warto podkreślić, że ta metoda badawcza uznawana jest za uniwersalną i może być używana do analizy wpływu różnego rodzaju zdarzeń. Popularność jej spowodowana jest prawdopodobnie tym, że do oszacowania wpływu zdarzenia, badacze potrzebują jedynie szeregów czasowych stóp zwrotu. Klasyczne badania przeprowadzane są dla określonych przedziałów czasowych, w których ustala się dzień odniesienia (datę/czas wystąpienia zdarzenia) oraz okres obserwacji. W podejściu krótkoterminowym badania obejmują zwykle kilkadziesiąt dni przed i po ogłoszeniu informacji. Natomiast w podejściu długoterminowym badanie może dotyczyć okresu nawet kilku lat. Przeprowadzenie badań polega na wykorzystaniu odpowiednich miar i porównaniu stóp zwrotu (lub wolumenu) w okresie przed i po wystąpieniu zdarzenia. Niezbędne jest określenie poziomu rzeczywistej i oczekiwanej stopy zwrotu (odniesienia) oraz okna estymacji (Lisicki, 2018) .

W literaturze często przyjmuje się hipotezę rynku efektywnego, która prowadzi do wniosku, że jeśli dane zdarzenie jest istotne, to jego wpływ powinien być niemal natychmiast odzwierciedlony w cenie badanych walorów na rynku (Kujawa i Ostrowska, 2016).

W przypadku poszczególnych etapów przeprowadzania badań, warto zauważyć, że nie ma jednoznacznie zdefiniowanej instrukcji, która musi być zrealizowana. Poszczególne Etapy zależeć mogą to od wielu czynników, takich jak natura zdarzenia, dostępne dane, cel badania, a także specyficzne potrzeby i ograniczenia badacza. Przeprowadzenie analizy zdarzeń jest procesem dynamicznym, który wymaga elastyczności i umiejętności dostosowania się badacza, do zmieniających się warunków.

**Etapy badań**

Skuteczne przeprowadzenie badań z zakresu analizy zdarzeń wymaga przejścia przez szereg istotnych kroków. Przykład wykazu podstawowych etapów i elementów, poprawnie przeprowadzonych badań omawianej metody, według Campbella i Grubera (1997 -1998), przedstawić można w następujący sposób (Gurgul, 2006).

- Zdefiniowanie zdarzenia i określenie okna zdarzenia (*event window*),
- Precyzyjne określenie kryteriów doboru firm/składników do próby,
- Wybór miar określających poziom oczekiwanej (normalnej) i dodatkowej (zwyżkowej) stopy zwrotu,
- Określeniu podstawowych parametrów, takich jak długość okna zdarzenia oraz umiejscowienie okna estymacyjnego (*estimation window*) względem okna zdarzenia,
- Estymacja modelu opisującego oczekiwaną stopę zwrotu,
- Weryfikacja hipotez początkowych,
- Interpretacja wyników końcowych oraz sformułowanie wniosków.

W zależności od metodologii przeprowadzanych badań, w literaturze wskazuje się na zróżnicowaną liczbę etapów. Autorzy wskazują na różnice w podejściach i podają zakresy - od czterech do nawet dziesięciu etapów (Kurek, 2020). Istotne staje się natomiast dostosowanie liczby kroków do konkretnej metodyki badawczej oraz celów pracy. Niezależnie od etapów, ważne jest utrzymanie spójności i systematyczności w procesie badawczym.

Co ważne, pod pojęciem "zdarzenie" należy rozumieć podanie do publicznej wiadomości, nowej informacji dla uczestników rynku. Według Tabaka i Dunbara (Tabak i Dunbar, 1999), informacja ta powinna być jasna, precyzyjna, a moment jej upublicznienia łatwy do ustalenia, Treść komunikatu nie powinna być znana przed momentem jego ogłoszenia. Ponadto, w okresie, kiedy dana informacja jest upubliczniana, rynek nie powinien otrzymywać innych informacji (zdarzeń zakłócających), które mogłyby znacząco wpłynąć na decyzje inwestorów.

Precyzyjne określenie doboru do próby, powinno sprowadzać się do wyboru konkretnych jednostek (zdarzeń), które będą przedmiotem badania, na podstawie określonych kryteriów.

Okno zdarzenia należy ustalić na tyle obszerne, aby adekwatnie uwzględnić efekt generowany przez zdarzenie. W przypadku okna estymacji, powinno ono być zdefiniowane w taki sposób, aby analizowane zdarzenie nie wpływało na stopy zwrotu w oknie zdarzenia.

Metody szacowania oczekiwanej stopy zwrotu oraz dodatkowej stopy zwrotu również powinny podlegać pewnym normom. Na tym etapie badacz musi samodzielnie określić model badawczy, pozwalający na oszacowanie stopy zwrotu, jaka prawdopodobnie miałaby miejsce w danym czasie, gdyby zdarzenie nie miało miejsca.

**Modele szacowania oczekiwanej stopy**

Całość procesu sprowadza się do określenia dodatkowej stropy zwrotu. W celu wyznaczenia jej wartości należy najpierw obliczyć rzeczywistą stopę zwrotu, a następnie oszacować oczekiwaną stopę zwrotu. Istnieje wiele różnych modeli służących do oszacowania oczekiwanej stopy zwrotu. Poniżej przedstawiono kilka z najczęściej stosowanych w literaturze (Lisicki, 2018; Perpeczko, 2010).

Modele jednego indeksu, do których zaliczyć należy:

- model skorygowany o średnią (*mean-adjusted model*) – oczekiwana stopa zwrotu w okresie *t* z waloru *i* jest średnią stopą zwrotu z przyjętego okresu niezależnego,
- model skorygowany o rynek (*market-adjusted model*) - oczekiwana stopa zwrotu w okresie *t* z waloru *i* odpowiada stopie zwrotu wyznaczonej z indeksu rynkowego w przyjętym oknie zdarzenia.

Modele zwane rynkowymi, do których należą:

- model rynkowy (*market model*) – określany jako jednowskaźnikowy model według Sharpe'a zakładający, że stopy zwrotu zależą od czynnika działania, wyrażonego indeksem giełdowym,

- model CAPM (*capital asset pricing model*) – liczony zgodnie z założeniami modelu rynkowego, z tym wyjątkiem, że uwzględniona jest tylko ryzyko rynkowe, a stopa wolna od ryzyka to stopa z papierów skarbowych,
- trójczynnikowy model rynkowy Famy i Frencha (*Fama and French three factor model*) – oczekiwana stopa zwrotu liczona na podstawie modelu Fami i Frencha.

Modele zaliczane do grupy portfelowych, takie jak:

- model portfelowy (*reference portfolio*) – polegający na podziale spółek na podstawie różnych charakterystyk. Oczekiwana stopa zwrotu szacowana jest na podstawie zrealizowanej stopy zwrotu w okresie *t* dla grupy spółek o podobnych profilu, do której należy badany podmiot,
- model spółki kontrolnej (*control firm*) – zbliżony do analizy portfelowej, z tym, że porównanie oparte jest na jednej spółce, a nie całej grupie. Oczekiwana stopa zwrotu jest zrealizowaną stopą zwrotu spółki kontrolnej w tym samym przyjętym okresie.

## 2.2. Miary analizy zdarzeń

Stopa zwrotu (*rate of return*) to podstawowa miara zyskowności inwestycji lub instrumentu finansowego, określająca zmianę wartości w danym czasie (Jajuga i Jajuga, 2006). Podawana jest ona zazwyczaj w ujęciu procentowy i obliczyć ją można za pomocą następującego wzoru:

$$\boldsymbol{R_{i,t}} = \left(\frac{\boldsymbol{P_{i,t} - P_{i,t-1}}}{\boldsymbol{P_{i,t-1}}}\right) \times \mathbf{100}, \tag{1}$$

gdzie:

$R_{i,t}$ – stopa zwrotu z waloru i z okresu *t*,

$P_{i,t-1}$ – cena zamknięcia w danym okresie *t-1*,

$P_{i,t}$ – cena zamknięcia w danym okresie *t*.

Zwykła stopa zwrotu jest najprostszą i najczęściej wykorzystywaną miarą określającą zyskowności danej inwestycji. W badaniach, bazując jednak przede wszystkim na szeregach czasowych i chcąc uzyskać dane stacjonarne, częściej wykorzystuje się w tym celu logarytmiczne stopy zwrotu, opisanych następującym wzorem:

$$\boldsymbol{R_{i,t} = \ln\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right) \times 100}, \qquad (2)$$

gdzie:

$R_{i,t}$ – logarytmiczna stopa zwrotu z okresu *t*,

$P_{i,t}$ – cena zamknięcia w danym okresie *t*,

$P_{i,t-1}$ – cena zamknięcia w danym okresie *t -1*,

$ln$ – logarytm naturalny.

W badaniach z zakresu analizy zdarzeń, pomiar reakcji inwestorów na dane zdarzenie oraz ocena związanego z nim wpływu sprowadza się głownie do zastosowania miar wykorzystujących dodatkową (nadwyżkową) i niezbędną do jej oszacowania - oczekiwaną stopę zwrotu. W celu wyznaczenia dodatkowej stopy zwrotu należy porównać rzeczywistą stopę zwrotu badanego waloru w oknie zdarzenia, z oczekiwaną stopą zwrotu, wyznaczoną za pomocą ustalonych kryteriów.

Istnieje wiele metod służących do oszacowania oczekiwanej stopy zwrotu. W literaturze wyróżnić można siedem najczęściej stosowanych modeli, szczegółowiej omówionych w rozdziale 2.1. W pracy, z uwagi na brak określonego indeksu rynkowego (benchmarku) występującego na rynku kryptowalut, zdecydowano się na wybór modelu skorygowanego o średnią stopę zwrotu (*mean-adjusted model*) z okresu niezależnego, wyznaczonego z okna estymacji (Sudarsanam, 2003). Oczekiwaną stopę zwrotu obliczono za pomocą wzoru:

$$\boldsymbol{E(R_{i,t}) = K_i}, \qquad (3)$$

gdzie:

$E(R_{i,t})$ – oczekiwana stopa zwrotu z waloru *i* w okresie *t*,

$K_{i,}$ – średnia stopa zwrotu z waloru i w okresie niezależnym.

Znając oczekiwaną stopę zwrotu, w łatwy sposób można wyznaczyć dodatkową stopę zwrotu (AR, *Abnormal Return*) – określającą różnicę między rzeczywistą a oczekiwaną stopą zwrotu z waloru i w okresie t (Lisicki, 2018). Obliczeń dokonać można za pomocą następującego wzoru:

$$\boldsymbol{AR_{i,t} = R_{i,t} - E(R_{i,t})}, \tag{4}$$

gdzie:

$AR_{i,t}$ – dodatkowa (nadwyżkowa) stopa zwrotu z waloru i osiągnięta w okresie *t*,

$R_{i,t}$ – rzeczywista stopa zwrotu z waloru i osiągnięta w okresie *t*,

$E(R_{i,t})$ – oczekiwana stopa zwrotu z waloru i w okresie *t*,

$t$ – interwał czasowy, w zależności od przyjętych do obliczeń danych *i* jednostki okna zdarzenia *i* okna estymacji.

Jeżeli wartość dodatkowej stopy zwrotu dla danego waloru *i*, w okresie *t* jest dodatnia, oznacza to, że inwestorzy uważają badane zdarzenie za korzystne i przynoszące dodatkową wartość dla posiadaczy tego walor (Perpeczko, 2010). W sytuacji, w której otrzymany wynik jest ujemny, świadczy to o tym, że dane zdarzenie zostało negatywnie odebrane przez inwestorów (Lisicki, 2018). Natomiast w przypadku, gdy dodatkowa stopa zwrotu wynosi zero, to sugeruje to, że dane zdarzenie w ocenie inwestorów jest neutralne (Perpeczko, 2010).

W literaturze przedmiotu, w badaniach nad dodatkowymi stopami zwrotu, najczęściej wykorzystywanym miernikiem oceny wpływu zdarzenia jest skumulowana dodatkowa stopa zwrotu (CAR, *cumulative abnormal returns*) (Barber i Lyon, 1997). W zależności od przyjętego horyzontu czasowego badania, określa ona sumę dodatkowych (nadwyżkowych) stóp zwrotu z badanego okna zdarzenia. Zmiany wielkości CAR obliczyć można za pomocą następującego wzoru:

$$\boldsymbol{CAR_{i,T} = \sum_{t=1}^{T} AR_{i,t}}\,, \tag{5}$$

gdzie:

$CAR_{i,T}$ – skumulowana dodatkowa stopa zwrotu z waloru *i* osiągnięta w okresie zdarzenia *T*,

$T$ – okres obserwacji, przedział mierzony w określonym horyzoncie czasowym,

$AR_{i,t}$ – dodatkowa (nadwyżkowa) stopa zwrotu z waloru *i* osiągnięta w okresie *t*.

W dalszych krokach wyróżnić można dwa odmienne sposoby obliczania zagregowanej dodatkowej stopy zwrotu dla badanej populacji (Limmack, 2003). W pierwszym z nich, po ustaleniu sumy stóp zwrotu $CAR_{i,T}$ z waloru *i* w okresie obserwacji *T*, obliczyć można

przeciętną skumulowaną stopę zwrotu (ACAR, *average cumulative abnormal returns*), zgodnie z następującym wzorem:

$$\boldsymbol{ACAR} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{N}} \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{N}} \boldsymbol{CAR_{i,T}}\,, \tag{6}$$

gdzie:

$ACAR$ – średnia skumulowana dodatkowa stopa zwrotu,

$N$ – liczba walorów wchodzących w skład danej grupy,

$CAR_{i,T}$ – skumulowana dodatkowa stopa zwrotu z waloru *i* osiągnięta w okresie zdarzenia *T*.

Drugi sposób, w pierwszej kolejności zakłada obliczenie średniej dodatkowej stopy zwrotu (AAR, *average abnormal returns)* dla wszystkich badanych walorów w okresie *T*, korzystając ze średniej arytmetycznej według następującego wzoru:

$$\boldsymbol{AAR_T} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{N}} \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{N}} \boldsymbol{AR_{i,t}}\,, \tag{7}$$

gdzie:

$AAR_T$ – średnia dodatkowa stopa zwrotu wszystkich badanych walorów w okresie *T*,

$N$ – liczba walorów wchodzących w skład danej populacji,

$AR_{i,t}$ – dodatkowa (nadwyżkowa) stopa zwrotu z waloru *i* osiągnięta w okresie *t*.

Następnie w dalszym etapie, skumulowane przeciętne stopy zwrotu (CAAR, *cumulative average abnormal returns*), dla przyjętego okna zdarzenia, wyliczyć należy zgodnie z równaniem:

$$\boldsymbol{CAAR_{t_1}^{t_2}} = \sum_{\boldsymbol{t=t_1}}^{\boldsymbol{t_2}} \boldsymbol{AAR_t}\,, \tag{8}$$

gdzie:

$CAAR_{t_1}^{t_2}$ – skumulowana średnia dodatkowa stopa zwrotu w „oknie zdarzenia”,

$t_1$ – początek „okna zdarzenia”,

$t_2$ – koniec „okna zdarzenia”,

$AAR_t$ – średnia dodatkowa stopa zwrotu wszystkich badanych walorów w okresie *T*.

## 2.3. Testy statystyczne

Otrzymane wyniki dodatkowych (nadwyżkowych) stóp zwrotu zweryfikować należy przy użyciu wybranych testów statystycznych. W celu przeprowadzenia badań istotności, niezbędne jest określenie wartości krytycznej ($t_\alpha$) oraz zweryfikowanie poniższych par hipotez:

$$\boldsymbol{H_0: E(AAR_T) = 0}$$

$$\boldsymbol{H_1: E(AAR_T) \neq 0}$$

oraz

$$\boldsymbol{H_0: E(CAAR_T) = 0}$$

$$\boldsymbol{H_1: E(CAAR_T) \neq 0}$$

Hipoteza zerowa ($H_0$) zakłada, że średnie (skumulowane) dodatkowe stopy zwrotu są zgodne z tymi, które można oczekiwać w warunkach losowych. Hipoteza alternatywna ($H_1$) informuje natomiast o tym, że (skumulowane) dodatkowe stopy zwrotu istotnie różnią się od zera. Odrzucenie hipotezy zerowej ($H_0$) na rzecz hipotezy alternatywnej ($H_1$) oznaczałoby, że poszczególne wpisy Elona Muska na Twiterze miał istotnie statystyczny wpływ na wysokości stóp zwrotu oraz wolumen obrotu badanych kryptowalut.

Do weryfikacji powyższych hipotez wykorzystano zmodyfikowaną wersję testu dla wartości średniej, zaproponowaną przez Browna i Wernera (Brown i Warner, 1985). Modyfikacja ta polegała na wykorzystaniu odchylenia standardowego średnich dodatkowych stóp zwrotu, zamiast zwykłego odchylenia standardowego. Zastosowanie tej zmiany uwzględniło zmienności średnich dodatkowych stóp zwrotu, a nie samej zmienności całkowitej stóp zwrotu. W głównej mierze test ten opiera się na założeniu, że stopy zwrotu mają rozkład

normalny. Jeśli dane nie spełniłyby tego założenia, należałoby rozważyć zastosowanie innego testu statystycznego, który jest bardziej odporny na odchylenia od normalności.

Odchylenie standardowe średnich dodatkowych stóp zwrotu, obliczone zostało za pomocą następującego wzoru:

$$\boldsymbol{S_{AAR}} = \sqrt{\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{M}-\mathbf{1}}\sum_{t=T_0}^{T_1}(\boldsymbol{AAR_t}-\overline{\boldsymbol{AAR}})^2}\,, \tag{9}$$

dla

$$\overline{\boldsymbol{AAR}} = \frac{\sum_{t=T_0}^{T_1}\boldsymbol{AAR_t}}{\boldsymbol{M}},$$

gdzie:

$\boldsymbol{S_{AAR}}$ – odchylenie standardowe średnich dodatkowych stóp zwrotu,

$\overline{\boldsymbol{AAR}}$ – średnia dodatkowa stopa zwrotu z okna estymacji,

$\boldsymbol{M}$ – długość okna estymacji.

Tym samym, statystykę testową dla hipotezy $\boldsymbol{H_0}: \boldsymbol{E(AAR_T)}$ przedstawić można jako:

$$\boldsymbol{t_{AAR_T}} = \frac{\boldsymbol{AAR_T}}{\boldsymbol{S_{AAR}}}. \tag{10}$$

Natomiast statystykę testową dla hipotezy $\boldsymbol{H_0}: \boldsymbol{E(CAAR_T)}$ zaprezentować można w następujący sposób:

$$\boldsymbol{t_{CAAR_T}} = \frac{\boldsymbol{CAAR_T}}{\boldsymbol{S_{AAR}}}. \tag{11}$$

Zgodnie z powyższym, jeżeli hipoteza zerowa zostanie odrzucona, to dodatkowa stopa zwrotu istotnie różni się od zera. Oznacza to, że brane pod uwagę tweety, miałyby istotny statystycznie wpływ na wysokości stóp zwrotu badanych kryptowalut.

## 2.4. Wolumen obrotu

Podobnie jak w przypadku dodatkowej stopy zwrotu, obliczenie dodatkowego wolumenu obrotu (ATV, *abnormal trading volume*) polega na porównaniu rzeczywistego wolumenu obrotu z oczekiwanym (średnim wolumenem z okna estymacji) w danym okresie. Zgodnie z literaturą rzeczywisty wolumen obrotu oszacowany został zgodnie ze wzorem przedstawionym poniżej (Campbell i Wasley, 1996):

$$\boldsymbol{TV_i} = \boldsymbol{ln}(\boldsymbol{x} + \boldsymbol{c}), \tag{12}$$

gdzie:

$\boldsymbol{TV_i}$ – rzeczywisty wolumen obrotu (*trading volume*) w czasie *i*,

$\boldsymbol{x}$ – wolumen obrotu w wybranym interwale czasowym,

$\boldsymbol{c}$ – stała rozliczeniowa.

Zastosowanie takiej transformacji pozwoliło na bardziej stabilne i porównywalne wyniki, a także pomogło wyrównać niestabilność wolumenu obrotu w czasie. Stała rozliczeniowa uwzględniona została dla okresów o zerowym wolumenie i zgodnie z wytycznymi z innych prac wyniosła 0,000255 (Campbell i Wasley, 1996). W celu zapewnienia porównywalności wyników wolumen dla Dogecoina, Bitcoina i Ethereum wyrażony został w USDT – odpowiedniku dolara amerykańskiego (Barucci i in., 2022).

## 2.5. Analiza sentymentu

Analiza sentymentu ma na celu określenie opinii, postaw i emocji użytkowników w odniesieniu do danego tematu (Serrano-Guerrero i in., 2015). W przypadku tweetów, polega ona na zidentyfikowaniu oraz przyporządkowaniu każdemu analizowanemu wpisowi, wartości ładunku emocjonalnego. Badania na temat sentymentu pozwalają na wyciąganie dodatkowych informacji lub przewidywanie przyszłych trendów odnoszących się do danego wydarzenia. W naukach społecznych analiza sentymentu przeprowadzana jest za pomocą różnych technik i narzędzi. Najczęściej stosowanymi rozwiązaniami są analiza lingwistyczna, uczenie maszynowe lub wykorzystanie specjalistycznych bibliotek i wskaźników służących do analizy sentymentu (Medhat i in., 2014). Badania sentymentu wymagają różnego podejścia badawczego, które uwzględnia zarówno aspekty technologiczne, jak i lingwistyczne. Wybór odpowiedniej metody zależeć może od kontekstu badawczego i celów analizy.

**Wskaźnik interakcji**

W celu zbadania nastrojów występujących w tweetach Elona Muska, przeprowadzono analizę sentymentu opartą na wskaźnikach interakcji. Wskaźniki te miały na celu zmierzenie poziomu zaangażowania użytkowników w interakcje z danymi treściami, takimi jak liczba polubień, komentarzy, udostępnień i cytowań, w stosunku do innych tweetów występujących w danym okresie. Wysokie wartości wskaźników interakcji mogły wskazywać na pozytywne nastroje wśród użytkowników, którzy reagują na dany tweet, np. poprzez wyrażenie zgodności z prezentowanymi poglądami. Z drugiej strony, w przypadku niskich wartości wskaźników interakcji, można przypuszczać, że dane wpisy nie spotkały się z pozytywną opinią i nie wzbudzały większego zainteresowania wśród społeczności.

Alternatywnym podejściem mogłoby być badanie wykorzystujące zaawansowane algorytmy badające sentyment oparty na analizie tekstu lub grafice. Analiza taka miałby za zadanie określenie ogólnego tonu emocji, sklasyfikowanego jako pozytywny, negatywny bądź neutralny. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że z powodu różnorodność tweetów zawartych w próbie badawczej zauważalne byłyby ograniczenia dostępnych algorytmów, takie jak:

- brak uwzględnienia kontekstu - algorytmy analizy sentymentu często nie biorą pod uwagę kontekstu wypowiedzi, co prowadzić do nieprecyzyjnych wyników,
- trudność w analizie sarkazmu i ironii - sarkazm i ironia są powszechne w mediach społecznościowych, jednak algorytmy analiza sentymentu mają trudność w rozpoznawaniu tych form wypowiedzi,
- częstotliwość występowania danych słów może mieć wpływ na ostateczny wynik klasyfikacji sentymentu,
- rzadko stosowane frazy mogą zostać w całości lub częściowo pominięte w przypadku działania danego algorytmu.

Analiza sentymentu tweetów za pomocą algorytmów może dostarczyć cennych informacji na temat ogólnego nastroju lub natężenia emocjonalnego danej treści wpisów. Z uwagi jednak na ograniczenia oraz odmienną formę tweetów Elona Muska, w pracy uznano, że badania wykorzystujące wskaźniki interakcji mogą okazać się w tym przypadku bardziej miarodajne i pomocne. Dla uzyskania bardziej precyzyjnych wyników w przyszłości, w miarę rozwoju technologii, sugeruje się zastosowanie różnych metod, uwzględniając ograniczenia każdej z nich.

# 3. Wyniki badań empirycznych

W rozdziale przedstawiono etapy wyodrębnienia próby badawczej tweetów dotyczących badanych kryptowalut. Ponadto zaprezentowano wyniki badań empirycznych, mających na celu sprawdzenie tego, czy w badanym okresie - od początku 2010 rok, do końca 2022 rok, tweety dotyczące kryptowalut, opublikowane przez Elona Muska, miały wpływ na zmiany kursu oraz wolumen obrotu Dogecoina, Bitcoina oraz Ethereum. Dokonano szczegółowej analizy dotyczącej treści tweetów oraz interakcji użytkowników. Ponadto zweryfikowano poprawność hipotez przedstawionych na początku pracy oraz określono w jakim stopniu badane tweety wpływały na decyzje inwestorów.

## 3.1. Wyodrębnienie próby badawczej

Badania z zakresu analizy zdarzeń wykorzystujące dane z portalu Twitter wymagały wielowymiarowego podejścia badawczego, obejmującego kilka powiązanych ze sobą etapów omówionych w Rozdziale 2. Ze względu na charakter i strukturę tweetów, niezwykle przydatne okazały się umiejętności z zakresu programowania, statystyki, uczenia maszynowego, czy chociażby podstaw dotyczących budowania i działania algorytmów ML.

Dokonując przeglądu literatury oraz analizując podstawy teoretyczne, przedstawiono poszczególne etapy wyodrębnienia próby badawczej, wykorzystanej w badaniach z zakresu analizy zdarzeń. W ramach pracy zastosowano autorskie podejście oparte na stworzonym narzędziu, umożliwiającym pobranie i wyselekcjonowanie określonej grupy tweetów.

Na początku, po ustaleniu problemu badawczego, pierwszy etap pracy sprowadzał się do wyszukania i zgromadzenia dostępnych danych. W tym celu, korzystając z języka programowania „Python" oraz dostępnych bibliotek: Pandas (McKinney, 2010), Numpy (Harris i in., 2020) oraz Snscrape – *snscrape.modules.twitter* (JustAnotherArchivist, 2023), stworzono skrypt do automatycznego ściągania wybranych danych z portalu Twitter. Dzięki opracowanemu narzędziu, pobrano wszystkie publicznie dostępne tweety, należące do oficjalnego konta Elona Muska, nazwa profilu: @elonmusk (*www.twitter.com/elonmusk*). W ten sposób stworzono zbiór danych, składający się ze wszystkich wpisów opublikowanych: od dnia 1 stycznia 2010 roku, do dnia 31 grudnia 2022 roku.

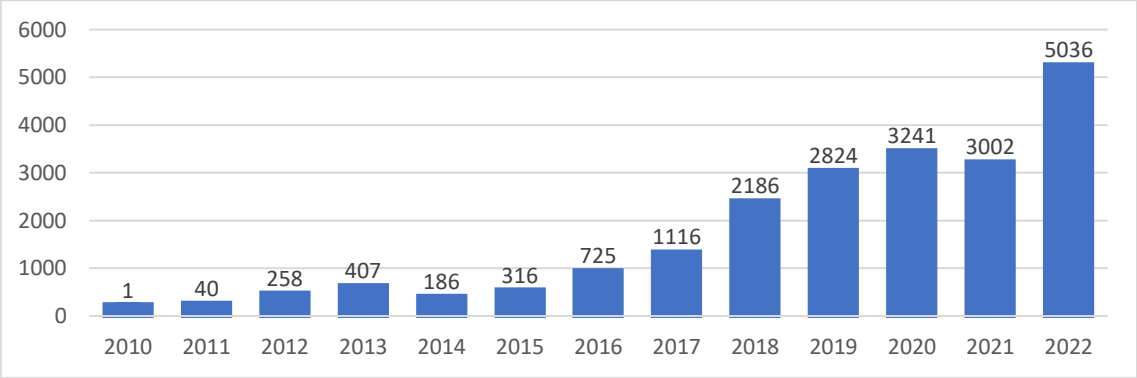
Odnosząc się do najważniejszych kategorii danych, dla każdego pojedynczego tweeta wyróżniono wszystkie istotne dla analizy, elementy składowe takie jak:

- nazwę użytkownika – określającą autora wpisu,
- Id – stanowiący unikalny identyfikatorem przypisany dla każdego tweeta,
- źródło – zawierające informację na temat źródła opublikowanego tweeta,
- treść tweeta – wpis o długości wynoszącej maksymalnie 280 znaków,
- link bezpośredni – link prowadzący bezpośrednio do tweeta,
- linki pośrednie – linki prowadzące do konkretnej strony internetowej, wspomniane w treści danego tweeta,
- język – określający język treści tweeta,
- godzinę i datę – dane informująca o czasie i dacie publikacji tweeta,
- wspomnianego użytkownika – użytkownika wymienionego w danym wpisie,
- hashtags (#) – dane pozwalający na oznaczenie i sklasteryzowanie treści,
- liczbę komentarzy (*reply*) – informującą o liczbie odpowiedzi napisanych przez użytkowników pod danym tweetem,
- liczbę cytatów (*quotes*) – informującą o tym, ile osób zacytowało tweeta,
- liczbę przekaż dalej (*retweet*) – informującą o ilości, w jakiej dany tweet został przesłany przez innych użytkowników na swoje profile,
- liczbę polubień (*like*) – informującej o liczbie polubień danego tweetu, wskazującej na popularność tweetu i akceptację jego treści przez społeczność,
- liczbę osób widzących tweeta (*view*) – określających liczbę użytkowników, którzy zobaczyli dany tweet w swojej sekcji tweetów. Jest to nowa niedawno wprowadzona funkcjonalność.

Zbiór danych skompletowany został na dzień 1 marca 2023 roku. Łącznie pobrano 19 338 rekordów, odzwierciedlających sumaryczną ilość wpisów opublikowaną przez Elona Muska.

Faktem jest, że w przeciągu ostatnich pięciu lat aktywność Elona Muska na Twitterze znacząco wzrosła. W 2022 roku opublikował on łącznie ponad 5000 wpisów, gdzie dla porównania 10 lat temu było to zaledwie 258 tweetów. Poszczególną liczbę wpisów opublikowanych w danych latach poglądowo zaprezentowano na Wykresie 3.

**Wykres 3.** Liczba wpisów opublikowanych przez Elona Muska na Twitterze w latach 2010 - 2022




Źródło: opracowanie własne.

Wyraźny wzrost aktywności Elona Muska na portalu Twitter, objawiał się zwiększonym zróżnicowaniem tematycznym publikowanych wpisów. W ostatnim czasie, oprócz promocji swoich firm i produktów, zauważalne było częstsze dzielenie się poglądami na temat kwestii społecznych, politycznych i rynkowych, zwłaszcza tych dotyczących kryptowalut. Już na samym wstępie, chcą sprawdzić, czy wpisy o kryptowalutach były częstym i powtarzający się tematem, zbadano najczęściej poruszane przez Elona Muska frazy. Wprowadzenie takiego działania miało na celu zapewnienie tego, że badane zdarzenia, które zostaną zakwalifikowane do analizy, rzeczywiście dostarczą nowej i zrozumiałej informacji o nieoczekiwanej treści oraz czasie. Przy użyciu narzędzia do wizualizacji tekstu (*world cloud*), spośród wszystkich tweetów Elona Muska wyodrębniono najczęściej używane przez niego w tweetach słowa, zaprezentowane na Rysunku 2.

**Rysunek 2.** Najczęstsze używane frazy Elona Muska na Twitterze w latach 2010 - 2022

Źródło: opracowanie własne.

Po przeprowadzeniu wstępnej analizy najczęściej używanych słów Elona Muska na Twitterze, zauważono, że jeśli chodzi o częstotliwość, z jaką Musk wypowiada się o kryptowalutach - nie jest to temat, aż tak często wspominany przez niego, względem innych treści.

Drugi etap badania, polegał na zdefiniowaniu konkretnego wydarzenia, które należy poddać analizie. W etapie tym, szczególną uwagę zwrócono na wskazanie dokładnej daty, czasu i okoliczności zajścia zdarzenia. W badaniach, do zdarzeń dopuszczonych do analizy uznawano tylko te wpisy spełniająca następujące kryteria:

1) tweety są oryginalne i opublikowane z oficjalnego profilu Elona Muska oznaczonego nazwą użytkownika: @elonmusk,
2) treść tweeta, zawarta grafika lub film jednoznacznie i bezpośrednio odnoszą się do badanych w pracy kryptowalut, takich jak Dogecoin (DOGE), Bitcoin (BTC) oraz Ethereum (ETH),
3) tweety nie są odpowiedziami do wpisów innych użytkowników. (wyjątek może stanowić sytuacja, w której to Elon Musk odpowiadał na swoje własne, wcześniejsze kontynuowane wpisy),
4) można określić konkretny moment, w którym dany tweet podany został do publicznej wiadomości.

W odniesieniu do zakwalifikowanych tweetów, przed estymacją reakcji rynku na pojawienie się nowej informacji, niezbędne było zweryfikowanie przesłanek świadczących o niespełnieniu któregoś z powyższych założeń. Istotne stało się, aby zdarzenia dopuszczone do próby cechowały się brakiem potencjalnych zdarzeń zakłócających (Kujawa i Ostrowska, 2016). W pracy nie uwzględniano odpowiedzi na aktywności innych użytkowników Twittera, ponieważ we wpisach tego rodzaju, sami odbiorcy mogli mieć wpływ na rynek kryptowalut. Ponadto w przypadku, gdy Elon Musk odpowiadał na tweety innych osób, istnieje ryzyko, że wpisy te mogłyby być słabiej pozycjonowane, a tym samym gorzej widoczne dla potencjalnych osób - będących inwestorami na rynku kryptowalut.

Trzeci etap badania polegał na obróbce danych oraz wyodrębnieniu próby badawczej. W pierwszej kolejności przeprowadzono oczyszczanie tweetów, polegające na wyrzuceniu zbędnych elementów tekstu, nie mających istotnego znaczenia dla analizy. Podjęto decyzje o usunięciu z treści poszczególnych tweetów: nazwy użytkowników, linków, adresów email i znaków specjalnych takich jak: $, %, &, @ czy #.

W dalszym kroku stworzono próbę tweetów odnoszącą się do wspominanych wcześniej kryptowalut. Proces doboru próby odbywał się automatycznie na podstawie wyszukiwania wpisów zawierających w treści lub hasztagu, słów kluczowych powiązanych z badanymi kryptowalutami. Wyrazy kluczowe przypisane dla Dogecoina, Bitcoina i Ethereum przedstawiono w Tabeli 1.

**Tabela 1**. Wyrazy kluczowe przypisane dla badanych kryptowalut

| **Nazwa kryptowaluty*:*** | **Słowa kluczowe:** |
|---|---|
| Dogecoin | doge, dogecoin |
| Bitcoin | btc, bitcoin |
| Ethereum | eth, ethereum |

Źródło: opracowanie własne.

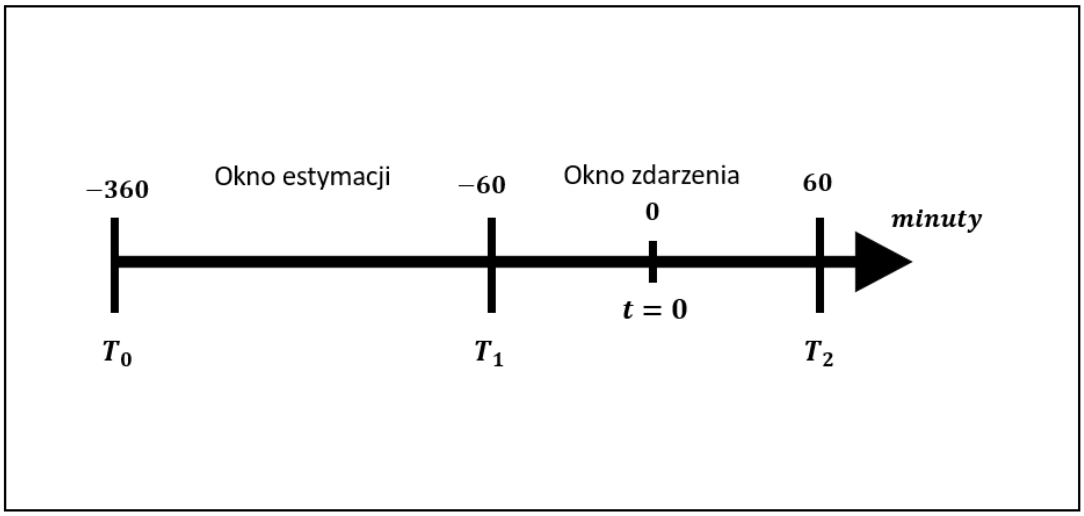
Jeśli treść danego tweeta dotyczyła ogólnie rynku kryptowalut lub segmentu kryptowalut (*memecoins*, *utility-coins*, *bigcap* itd.), bez precyzyjnego stwierdzenia, której kryptowalut ma to konkretnie dotyczyć, to zdarzenia takiego nie klasyfikowano do próby. Warto również zaznaczyć, że w pracy opierając się na stronie: https://twitter.com/elonmusk/media, doniesieniach medialnych oraz artykule „How Elon Musk's Twitter activity moves cryptocurrency markets" (Ante, 2022), uwzględnione zostały również tweety, niezawierające konkretnej, powiązanej treści tekstowej, ale jednoznacznie za pomocą mediów wizualnych lub materiałów wideo, odnosiły się do analizowanych kryptowalut. Zabieg ten pozwolił na poszerzenie próby badawczej dla Dogecoina, Bitcoina i Ethereum o tweety, które nie opierały się jedynie na tekście. Stworzona próba, łącznie składała się z 71 wpisów. Poszczególne Tweety wraz z opisami oraz ich metadanymi przedstawione zostały na końcu pracy w załączniku nr.1.

Etap czwarty, to proces określenia czasu obserwacji. Polegał on na wyznaczeniu przedziału czasowego mierzonego w wybranym interwale czasowym, względem badanego zdarzenia (Gurgul, 2006). Celem tego etapu było umożliwienie zebrania informacji o danym zdarzeniu w sposób uporządkowany i spójny w czasie. Z uwagi na długość przyjętego okresu obserwacji, analiza mogła przybierać charakter zarówno krótko jak i długoterminowy. W pracy, ujęcie badanego zdarzenia polegało na określeniu szerokości tzw. okna zdarzenia (*event window*) oraz poprzedzającego go okna estymacji (*estimation window*).

W ostatnich latach dynamika na rynkach uległa znaczącej zmianie. Wprowadzenie handlu algorytmicznego oraz szybki rozwój internetu i mediów społecznościowych zwiększyły

szybkość przetwarzania danych i skróciły czas reakcji inwestorów otrzymujących nowe informacje. Klasyczne podejście do badań z zakresu analizy zdarzeń, oparte na wykorzystaniu dziennych lub tygodniowych stóp zwrotu mogło okazać się w tej sytuacji niewystarczające. W celu uzyskania bardziej szczegółowych wyników, badania postanowiono przeprowadzić dla interwału jednominutowego (1 min). W tym przypadku rozpiętość okna zdarzenia zdefiniowana została: od $H_{-60}$ (60 minut przed wydarzeniem) do $H_{+60}$, tj. 60 minut po zdarzeniu. Okno estymacji ($T_0 - T_1$) zostało ustalone na 300 minut przed oknem zdarzenia. Za datę zdarzenia, przyjęto datę i godzinę publikacji konkretnego tweeta opublikowanego przez Elona Muska ($t = 0$). Usytuowanie okna zdarzenia względem okna estymacji, graficznie zaprezentowano na Rysunku 3.

**Rysunek 3.** Okno zdarzenia i okno estymacji w analizie zdarzeń (interwał jednominutowy)




Źródło: opracowanie własne.

W celu uniknięcia powtórzenia oszacowań, tweety opublikowane w ramach tych samych 6 godzin zostały połączone i traktowane jako jedno wspólne wydarzenie. Zastosowanie takiej metody klasyfikacji pozwoliło na wyeliminowanie zdarzeń nakładających się, a tym samym uzyskanie bardziej stabilnych i reprezentatywnych wyników, które dokładniej odzwierciedlały rzeczywistą sytuację na rynku kryptowalut. Na podstawie wyodrębnionych wcześniej 71 wpisów dotyczących kryptowalut, próbka badawcza objęła łącznie 57 zdarzeń, zakwalifikowanych do analizy.

Etap 5 polegał na zestawieniu szeregów czasowych z wydarzeniem, doborze miar z zakresu analizy zdarzeń oraz weryfikacji hipotez. Na początku kluczową rolę odegrało pobranie notowań dla jednominutowego interwalu czasowego. W tym celu, ponownie przy wykorzystaniu języka programowania „Python”, skorzystano z biblioteki CCXT

(https://docs.ccxt.com/en/latest/manual.html), umożliwiającej pobranie danych z wybranej giełdy dla analizowanych kryptowalut. W badaniach ściągnięto notowania spot, cen zamknięcia oraz wolumenu obrotu, dla par DOGE/USDT, BTC/USDT oraz ETH/USDT. Aby zapewnić porównywalność wyników dane zaciągnięto z giełdy Binance, uznawanej jak dotąd za jedną z największych giełd z branży kryptowalut na świecie (Yusoff i in., 2023). Pary walutowe wyrażone zostały w USDT (Tether) – kryptoaktywie, stablecoinie odzwierciedlającym cenne dolara amerykańskiego (USD) (tether.to, 2023).

## 3.2. Wpływ tweetów na Dogecoin

### Stopy zwrotu Dogecoin

Wyniki badania dla średniej dodatkowej stopy zwrotu (AAR), przeprowadzone dla tweetów dotyczących Dogecoina, przedstawione zostały w Tabelach 2 - 3. AAR, zaprezentowane zostały w ujęciu procentowym i dotyczyły całego okna zdarzenia: zarówno przed (-60 minut) jak i po wydarzeniu (60 minut). Moment publikacji tweetów przez Elona Muska zapisano jako minuta „0”. Numeracja ustalona została względem czasu wystąpienia zdarzenia (t = 0). Dzięki zastosowanemu podejściu, możliwe było precyzyjne określenie czasu publikacji tweetów i ich wpływu na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu kryptowalut.

**Tabela 2**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoin - przed wydarzeniem [w minutach]

| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,00 | 0,06 | **-45** | 0,00 | 0,04 | **-30** | 0,05 | 0,65 | **-15** | 0,05 | 0,59 |
| **-59** | 0,08 | 1,08 | **-44** | -0,03 | -0,41 | **-29** | 0,06 | 0,76 | **-14** | -0,19 | -2,45 |
| **-58** | 0,06 | 0,83 | **-43** | 0,03 | 0,32 | **-28** | 0,00 | -0,04 | **-13** | 0,06 | 0,70 |
| **-57** | -0,12 | -1,50 | **-42** | 0,07 | 0,90 | **-27** | 0,11 | 1,40 | **-12** | 0,04 | 0,48 |
| **-56** | 0,07 | 0,84 | **-41** | -0,02 | -0,26 | **-26** | -0,08 | -1,03 | **-11** | -0,08 | -0,96 |
| **-55** | -0,07 | -0,89 | **-40** | -0,08 | -1,06 | **-25** | 0,06 | 0,78 | **-10** | -0,02 | -0,26 |
| **-54** | 0,05 | 0,66 | **-39** | 0,04 | 0,51 | **-24** | 0,00 | -0,02 | **-9** | 0,03 | 0,32 |
| **-53** | -0,04 | -0,51 | **-38** | -0,06 | -0,77 | **-23** | -0,05 | -0,70 | **-8** | -0,03 | -0,44 |
| **-52** | -0,13 | -1,59 | **-37** | -0,08 | -1,03 | **-22** | -0,04 | -0,50 | **-7** | 0,14 | 1,76 |
| **-51** | -0,05 | -0,65 | **-36** | -0,11 | -1,42 | **-21** | 0,03 | 0,37 | **-6** | -0,06 | -0,79 |
| **-50** | -0,06 | -0,73 | **-35** | -0,16 | -2,10 | **-20** | -0,07 | -0,95 | **-5** | -0,01 | -0,17 |
| **-49** | 0,04 | 0,46 | **-34** | 0,01 | 0,07 | **-19** | -0,05 | -0,68 | **-4** | -0,01 | -0,09 |
| **-48** | 0,10 | 1,28 | **-33** | -0,09 | -1,13 | **-18** | 0,08 | 1,05 | **-3** | 0,10 | 1,28 |
| **-47** | 0,01 | 0,07 | **-32** | -0,05 | -0,61 | **-17** | -0,02 | -0,21 | **-2** | 0,00 | 0,01 |
| **-46** | -0,09 | -1,21 | **-31** | 0,05 | 0,58 | **-16** | -0,03 | -0,40 | **-1** | -0,20 | -2,59 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 3.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoin – po wydarzeniu [w minutach]

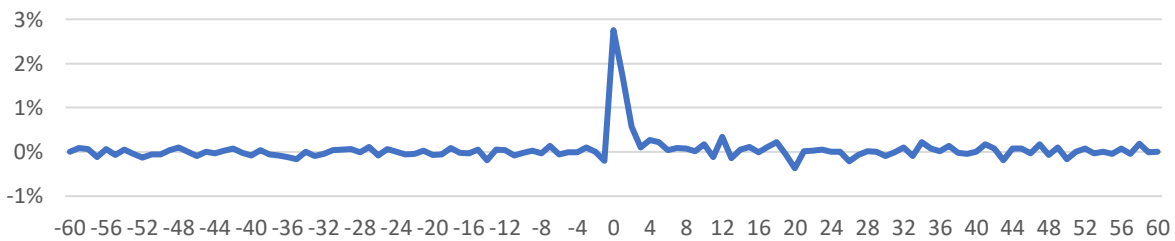
| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 2,75 | 35,00** | **15** | 0,11 | 1,42 | **30** | -0,09 | -1,14 | **45** | 0,07 | 0,91 |
| **1** | 1,72 | 21,82** | **16** | -0,01 | -0,17 | **31** | -0,01 | -0,13 | **46** | -0,04 | -0,47 |
| **2** | 0,57 | 7,28** | **17** | 0,11 | 1,42 | **32** | 0,10 | 1,22 | **47** | 0,17 | 2,17** |
| **3** | 0,10 | 1,24 | **18** | 0,22 | 2,82** | **33** | -0,09 | -1,20 | **48** | -0,07 | -0,83 |
| **4** | 0,26 | 3,37** | **19** | -0,06 | -0,70 | **34** | 0,22 | 2,82** | **49** | 0,10 | 1,29 |
| **5** | 0,22 | 2,80** | **20** | -0,37 | -4,71 | **35** | 0,08 | 1,02 | **50** | -0,16 | -2,08 |
| **6** | 0,04 | 0,49 | **21** | 0,01 | 0,15 | **36** | 0,01 | 0,13 | **51** | 0,01 | 0,08 |
| **7** | 0,09 | 1,19 | **22** | 0,03 | 0,36 | **37** | 0,13 | 1,66 | **52** | 0,08 | 0,96 |
| **8** | 0,08 | 0,99 | **23** | 0,05 | 0,65 | **38** | -0,03 | -0,33 | **53** | -0,03 | -0,36 |
| **9** | 0,01 | 0,13 | **24** | 0,00 | -0,03 | **39** | -0,05 | -0,64 | **54** | 0,00 | -0,01 |
| **10** | 0,18 | 2,23** | **25** | 0,01 | 0,10 | **40** | 0,00 | -0,03 | **55** | -0,04 | -0,51 |
| **11** | -0,12 | -1,57 | **26** | -0,21 | -2,69 | **41** | 0,17 | 2,21** | **56** | 0,08 | 1,03 |
| **12** | 0,34 | 4,28** | **27** | -0,07 | -0,88 | **42** | 0,08 | 0,95 | **57** | -0,04 | -0,55 |
| **13** | -0,15 | -1,86 | **28** | 0,02 | 0,20 | **43** | -0,18 | -2,34 | **58** | 0,19 | 2,40** |
| **14** | 0,05 | 0,60 | **29** | 0,01 | 0,07 | **44** | 0,07 | 0,94 | **59** | -0,01 | -0,13 |
| | | | | | | | | | **60** | 0,00 | -0,03 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki przedstawione w Tabelach 2 - 3 pokazują, że dla zdarzenia polegającego na opublikowaniu tweeta dotyczącego Dogecoina, występowały zarówno dodatnie jak i ujemne średnie dodatkowe stopy zwrotu. Uzyskane wartości wahały się w przedziale od -0,38% do 2,75%. W przyjętym oknie zdarzenia, dodatnie AAR częściej zaobserwować można było w okresie bliższym wydarzenia (Wykres 4.). Parametryczny test T-stat, dla poziomu istotności 0,01, wykazał istotność statystyczną w momencie opublikowania tweetów (minuta = 0) oraz dla wyników w minucie: 1, 2, 4, 5, 10, 12, 18, 34, 41, 47 i 58.

**Wykres 4.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoina w oknie <-60, 60> minut




Źródło: opracowanie własne.

Analizie poddane zostały również skumulowane średnie dodatkowe stopy zwrotu (CAAR) przedstawione w 8 różnych przedziałach (oknach), zaprezentowanych w Tabeli 4.

Badania przeprowadzone dla tweetów dotyczących Dogecoina, wykazały osiąganie dodatnich CAAR dla każdego z badanych okresów. W każdym przypadku, dla poziomu istotności 0,01 wyniki okazały się istotne statystycznie. Udział obserwacji z dodatnimi CAAR, dla analizowanych przedziałów umieszczono w kolumnie „Pozytywne". Dla tweeetów Dogecoina, udział obserwacji pozytywnych, z dodatnim CAAR wynosił od 89% do 96%.

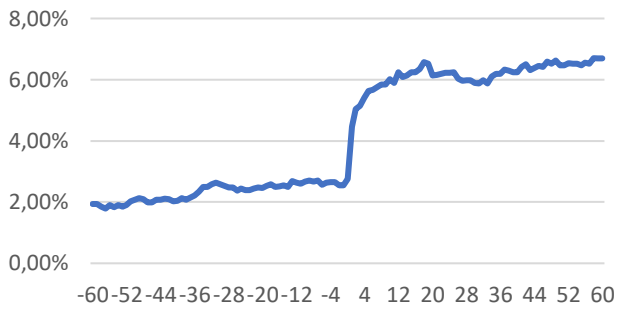
**Tabela 4.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Dogecoina

| Okno: | CAAR % | T-stat | Pozytywne |
|---|---|---|---|
| [0, 1] | 4,47 | 56,82** | 93% |
| [0, 2] | 5,04 | 64,10** | 93% |
| [0, 5] | 5,63 | 71,51** | 96% |
| [0, 10] | 6,02 | 76,54** | 96% |
| [0, 15] | 6,25 | 79,41** | 96% |
| [0, 30] | 5,89 | 74,88** | 93% |
| [0, 45] | 6,46 | 82,09** | 93% |
| [0, 60] | 6,69 | 85,04** | 89% |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01
Pozytywne - udział obserwacji z dodatnimi CAAR

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 5.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Dogecoina




Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowana na Wykresie 5. skumulowana dodatkowa stopa zwrotu (CAAR) wskazuje, że silnie pozytywną reakcję rynku dotyczącą Dogecoinie, którą zaobserwować można było od pierwszych minut po opublikowaniu wpisu przez Elona Muska. Wyniki pokazują, że przez pierwsze 60 minut pozytywny efekt utrzymywał się na względnie stabilnym poziomie (6-6,5%). Nie zaobserwowano również znaczących zmian CAAR przed wystąpieniem zdarzenia. Świadczyć to może o tym, że w przypadku tweetów dotyczących Dogecoina, nie mieliśmy do czynienia z wykorzystaniem poufnych informacji (*insider trading*), czy chociażby wcześniejszymi manipulacjami na parze DOGE/USDT.

### Wolumen obrotu Dogecoin

Wartości średniego dodatkowego wolumenu obrotu (ATV) dla tweetów Dogecoina przedstawione zostały w Tabelach 5 - 6. Zaobserwowano, że wyniki ATV dla obserwacji przed zdarzeniem <-60, -1> były zróżnicowane (dodatnie oraz ujemne) oraz okazały się nieistotne statystycznie. W przypadku obserwacji: w momencie wydarzenia "0" oraz po zdarzeniu

<1, 60>, wszystkie wyniki ATV cechowały się dodatnimi wartościami oraz wykazywały istotność statystyczną na poziomie istotności 0,01.

**Tabela 5.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Dogecoin – przed wydarzeniem [w minutach]

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,29 | 0,92 | **-45** | 0,15 | 0,46 | **-30** | -0,53 | -1,66 | **-15** | 0,27 | 0,85 |
| **-59** | 0,26 | 0,83 | **-44** | 0,40 | 1,27 | **-29** | 0,20 | 0,62 | **-14** | 0,32 | 1,00 |
| **-58** | -0,50 | -1,58 | **-43** | 0,29 | 0,90 | **-28** | 0,05 | 0,15 | **-13** | 0,00 | 0,00 |
| **-57** | -0,01 | -0,05 | **-42** | 0,11 | 0,35 | **-27** | -0,15 | -0,47 | **-12** | 0,25 | 0,78 |
| **-56** | 0,30 | 0,93 | **-41** | 0,26 | 0,81 | **-26** | 0,26 | 0,81 | **-11** | 0,32 | 1,01 |
| **-55** | 0,21 | 0,66 | **-40** | -0,02 | -0,07 | **-25** | 0,21 | 0,65 | **-10** | 0,23 | 0,71 |
| **-54** | -0,07 | -0,23 | **-39** | 0,25 | 0,78 | **-24** | -0,01 | -0,02 | **-9** | 0,21 | 0,66 |
| **-53** | 0,09 | 0,27 | **-38** | 0,22 | 0,69 | **-23** | -0,52 | -1,65 | **-8** | 0,33 | 1,03 |
| **-52** | 0,21 | 0,65 | **-37** | -0,30 | -0,95 | **-22** | 0,01 | 0,04 | **-7** | 0,27 | 0,86 |
| **-51** | -0,36 | -1,12 | **-36** | 0,26 | 0,82 | **-21** | 0,18 | 0,57 | **-6** | 0,13 | 0,41 |
| **-50** | -0,09 | -0,27 | **-35** | -0,31 | -0,97 | **-20** | 0,11 | 0,35 | **-5** | 0,19 | 0,60 |
| **-49** | -0,06 | -0,19 | **-34** | 0,25 | 0,77 | **-19** | 0,16 | 0,50 | **-4** | 0,27 | 0,85 |
| **-48** | 0,34 | 1,06 | **-33** | -0,05 | -0,15 | **-18** | 0,15 | 0,47 | **-3** | 0,31 | 0,97 |
| **-47** | 0,35 | 1,11 | **-32** | 0,27 | 0,84 | **-17** | 0,34 | 1,07 | **-2** | 0,29 | 0,90 |
| **-46** | 0,04 | 0,13 | **-31** | -0,60 | -1,88 | **-16** | -0,02 | -0,07 | **-1** | 0,30 | 0,94 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 6.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Dogecoin – po wydarzeniu [w minutach]

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 3,09 | 9,72** | **15** | 2,44 | 7,68** | **30** | 2,15 | 6,74** | **45** | 1,73 | 5,42** |
| **1** | 3,44 | 10,81** | **16** | 2,45 | 7,68** | **31** | 2,01 | 6,33** | **46** | 1,52 | 4,78** |
| **2** | 3,48 | 10,92** | **17** | 2,47 | 7,74** | **32** | 1,91 | 5,99** | **47** | 1,66 | 5,21** |
| **3** | 3,20 | 10,05** | **18** | 2,32 | 7,28** | **33** | 1,83 | 5,74** | **48** | 1,64 | 5,15** |
| **4** | 3,08 | 9,66** | **19** | 2,30 | 7,22** | **34** | 1,96 | 6,16** | **49** | 1,52 | 4,78** |
| **5** | 2,97 | 9,34** | **20** | 2,25 | 7,08** | **35** | 1,95 | 6,12** | **50** | 1,73 | 5,45** |
| **6** | 2,92 | 9,18** | **21** | 2,15 | 6,74** | **36** | 1,73 | 5,43** | **51** | 1,71 | 5,37** |
| **7** | 2,99 | 9,39** | **22** | 1,96 | 6,17** | **37** | 2,04 | 6,39** | **52** | 1,56 | 4,91** |
| **8** | 2,83 | 8,90** | **23** | 2,15 | 6,74** | **38** | 1,80 | 5,64** | **53** | 1,60 | 5,04** |
| **9** | 2,65 | 8,33** | **24** | 2,11 | 6,62** | **39** | 1,83 | 5,74** | **54** | 1,42 | 4,47** |
| **10** | 2,68 | 8,40** | **25** | 1,97 | 6,19** | **40** | 1,64 | 5,14** | **55** | 1,66 | 5,20** |
| **11** | 2,63 | 8,27** | **26** | 2,11 | 6,64** | **41** | 1,87 | 5,87** | **56** | 1,47 | 4,62** |
| **12** | 2,54 | 7,98** | **27** | 1,94 | 6,08** | **42** | 1,81 | 5,68** | **57** | 1,44 | 4,51** |
| **13** | 2,47 | 7,77** | **28** | 1,99 | 6,25** | **43** | 1,85 | 5,81** | **58** | 1,63 | 5,11** |
| **14** | 2,43 | 7,62** | **29** | 2,17 | 6,82** | **44** | 1,77 | 5,56** | **59** | 1,60 | 5,02** |
| | | | | | | | | | **60** | 1,49 | 4,68** |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiony w Tabeli 7. oraz na Wykresie 6. skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu (CATV), potwierdza pozytywną reakcję rynku dla tweetów dotyczących Dogecoinie, opublikowanych przez Elona Muska. W każdym z analizowanych przedziałów CATV był dodatni oraz istotny statystycznie dla poziomu 0,01. Znaczący wzrost CATV zaobserwować można było już od pierwszych minut po publikacji wpisu. W przeciągu pierwszej godziny po wydarzeniu nie zaobserwowano żadnego spadku CATV. Udział obserwacji pozytywnych w tym przypadku wahał się od 92% do 94%.

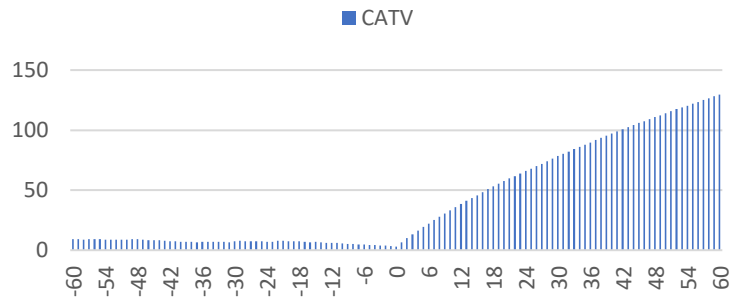
**Tabela 7.** Skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Dogecoina

| Okno: | CATV | T-stat | Pozytywne: |
|---|---|---|---|
| **[0, 1]** | 6,53 | 20,53** | **93%** |
| **[0, 2]** | 10,01 | 31,44** | **93%** |
| **[0, 5]** | 19,26 | 60,49** | **94%** |
| **[0, 10]** | 33,33 | 104,69** | **94%** |
| **[0, 15]** | 45,84 | 144,00** | **94%** |
| **[0, 30]** | 78,31 | 245,99** | **93%** |
| **[0, 45]** | 106,02 | 333,03** | **93%** |
| **[0, 60]** | 129,68 | 307,33** | **92%** |

Źródło: opracowanie własne.

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

**Wykres 6.** Skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Dogecoina




Źródło: opracowanie własne.

## 3.3. Wpływ tweetów na Bitcoina

Bitcoin i Dogecoin to jedne z najpopularniejszych kryptowalut na świecie. Obie oparte są na technologii blockchain, ale w przypadku wartości rynkowej zauważalne są znaczące rozbieżności. Pomimo rosnącej popularności Dogecoina, to Bitcoin wciąż dominuje i pozostaje największą kryptowalutą pod względem kapitalizacji. Różnice te mogą wpływać na to jak Bitcoin reaguje na różne bodźce, takie jak tweety Muska, względem pozostałych kryptowalut.

### Stopy zwrotu Bitcoin

Obliczenia dla średniej dodatkowej stopy zwrotu (AAR), przeprowadzone dla tweetów Elona Muska dotyczących Bitcoina, zostały wykonane w taki sam sposób jak w przypadku tweetów dla Dogecoina. Moment opublikowania tweetów przedstawiono jako minuta „0”. Wyniki AAR dla przyjętego okna zdarzenia zaprezentowano w Tabelach 8 - 9.

**Tabela 8**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Bitcoina - przed wydarzeniem [w minutach]

| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,06 | 1,83 | **-45** | -0,02 | -0,50 | **-30** | 0,03 | 0,90 | **-15** | -0,04 | -1,08 |
| **-59** | 0,03 | 0,84 | **-44** | -0,02 | -0,63 | **-29** | 0,03 | 0,92 | **-14** | 0,02 | 0,55 |
| **-58** | -0,04 | -1,22 | **-43** | 0,02 | 0,58 | **-28** | 0,05 | 1,56 | **-13** | -0,03 | -0,78 |
| **-57** | 0,01 | 0,45 | **-42** | 0,04 | 1,18 | **-27** | 0,00 | -0,05 | **-12** | 0,02 | 0,47 |
| **-56** | -0,03 | -0,94 | **-41** | 0,01 | 0,32 | **-26** | -0,01 | -0,34 | **-11** | -0,01 | -0,21 |
| **-55** | 0,08 | 2,38* | **-40** | -0,04 | -1,22 | **-25** | 0,05 | 1,44 | **-10** | 0,05 | 1,36 |
| **-54** | 0,04 | 1,08 | **-39** | 0,02 | 0,72 | **-24** | 0,06 | 1,85 | **-9** | -0,01 | -0,31 |
| **-53** | -0,01 | -0,36 | **-38** | -0,01 | -0,25 | **-23** | -0,02 | -0,61 | **-8** | -0,03 | -0,96 |
| **-52** | 0,08 | 2,37* | **-37** | 0,03 | 0,99 | **-22** | 0,02 | 0,57 | **-7** | 0,00 | -0,13 |
| **-51** | -0,02 | -0,56 | **-36** | 0,00 | 0,10 | **-21** | -0,04 | -1,12 | **-6** | -0,02 | -0,46 |
| **-50** | 0,03 | 0,88 | **-35** | 0,01 | 0,22 | **-20** | 0,02 | 0,50 | **-5** | -0,05 | -1,36 |
| **-49** | -0,01 | -0,17 | **-34** | -0,02 | -0,73 | **-19** | 0,00 | -0,10 | **-4** | 0,01 | 0,33 |
| **-48** | 0,03 | 0,84 | **-33** | 0,05 | 1,51 | **-18** | 0,01 | 0,43 | **-3** | 0,02 | 0,71 |
| **-47** | -0,03 | -0,94 | **-32** | -0,01 | -0,42 | **-17** | 0,02 | 0,56 | **-2** | 0,05 | 1,44 |
| **-46** | 0,00 | -0,02 | **-31** | 0,04 | 1,25 | **-16** | -0,07 | -1,97 | **-1** | -0,02 | -0,62 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 9**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Bitcoina – po wydarzeniu [w minutach]

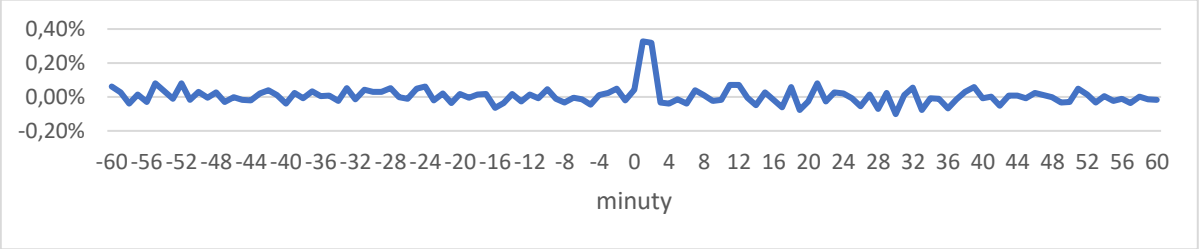
| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0,04 | 1,25 | **15** | 0,03 | 0,78 | **30** | -0,10 | -3,04 | **45** | -0,01 | -0,23 |
| **1** | 0,33 | 9,83** | **16** | -0,02 | -0,47 | **31** | 0,01 | 0,38 | **46** | 0,02 | 0,66 |
| **2** | 0,32 | 9,61** | **17** | -0,06 | -1,81 | **32** | 0,05 | 1,62 | **47** | 0,01 | 0,33 |
| **3** | -0,03 | -0,97 | **18** | 0,06 | 1,77 | **33** | -0,08 | -2,30 | **48** | 0,00 | -0,07 |
| **4** | -0,04 | -1,17 | **19** | -0,08 | -2,34 | **34** | -0,01 | -0,21 | **49** | -0,03 | -1,01 |
| **5** | -0,01 | -0,39 | **20** | -0,03 | -0,83 | **35** | -0,01 | -0,36 | **50** | -0,03 | -0,90 |
| **6** | -0,04 | -1,21 | **21** | 0,08 | 2,43* | **36** | -0,07 | -2,01 | **51** | 0,05 | 1,47 |
| **7** | 0,04 | 1,20 | **22** | -0,03 | -0,83 | **37** | -0,02 | -0,45 | **52** | 0,01 | 0,44 |
| **8** | 0,01 | 0,34 | **23** | 0,03 | 0,76 | **38** | 0,03 | 0,93 | **53** | -0,03 | -0,95 |
| **9** | -0,02 | -0,68 | **24** | 0,02 | 0,63 | **39** | 0,06 | 1,70 | **54** | 0,01 | 0,15 |
| **10** | -0,02 | -0,48 | **25** | -0,01 | -0,28 | **40** | -0,01 | -0,20 | **55** | -0,02 | -0,73 |
| **11** | 0,07 | 2,12 | **26** | -0,06 | -1,68 | **41** | 0,00 | 0,01 | **56** | -0,01 | -0,29 |
| **12** | 0,07 | 2,11 | **27** | 0,01 | 0,41 | **42** | -0,05 | -1,58 | **57** | -0,04 | -1,05 |
| **13** | 0,00 | -0,10 | **28** | -0,07 | -2,09 | **43** | 0,01 | 0,21 | **58** | 0,00 | 0,02 |
| **14** | -0,05 | -1,44 | **29** | 0,02 | 0,72 | **44** | 0,01 | 0,24 | **59** | -0,01 | -0,39 |
| | | | | | | | | | **60** | -0,02 | -0,49 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Najniższa wartość AAR uzyskana dla tweetów Bitcoina wynosiła -0,10% (dla 30 minuty), natomiast najwyższa 0,33% (dla 1 minuty). Dla poziomu istotności 0,01 (wartości krytycznej równej 3,0543), należy zauważyć, że tylko dla minut 1 i 2 wyniki okazały się być istotne statystycznie. Zwiększając próg istotności do 0,05 (wyznaczając wartość krytycznej równą 2,1788), na szczególna uwagę zasługuje reakcja rynku w minucie -55, -52, oraz 21. Poszczególne wartości AAR dla tweetów Bitcoina zaprezentowano na Wykresie 7.

**Wykres 7.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoina w oknie <-60, 60> minut




Źródło: opracowanie własne.

Wystąpienie istotnego statystycznie efektu dla tweetów Bitcoina, potwierdzone zostało dla skumulowanej średniej dodatkowej stopy zwrotu (CAAR) - w Tabeli 10. W przypadku wyników dotyczących tweetów Bitcoina, uzyskane wartości CAAR dla wszystkich okien sugerują dodatni efekt, istotnie statystyczny (dla poziomu istotności 0,01). Udział obserwacji z pozytywnym CAAR, okazał się w tej sytuacji być niższy niż w przypadku tweetów Dogecoina i dla analizowanych przedziałów wynosił od 62% do 92%.

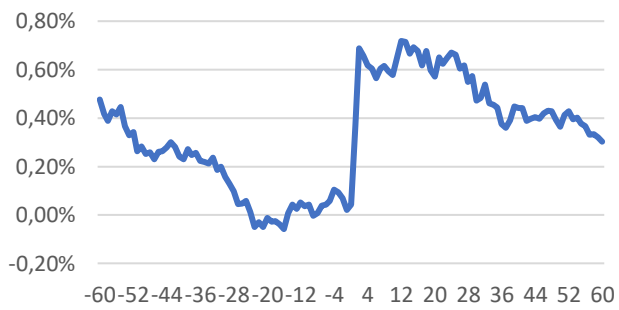
**Tabela 10.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Bitcoina

| Okno: | CAAR | T-stat | Pozytywne: |
|---|---|---|---|
| **[0, 1]** | 0,37 | 11,08** | **85%** |
| **[0, 2]** | 0,69 | 20,69** | **92%** |
| **[0, 5]** | 0,60 | 18,16** | **77%** |
| **[0, 10]** | 0,58 | 17,34** | **69%** |
| **[0, 15]** | 0,69 | 20,81** | **77%** |
| **[0, 30]** | 0,47 | 14,16** | **77%** |
| **[0, 45]** | 0,40 | 11,91** | **69%** |
| **[0, 60]** | 0,30 | 9,11** | **62%** |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01
Pozytywne - udział obserwacji z dodatnimi CAAR

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 8.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Bitcoina




Źródło: opracowanie własne.

Skumulowana dodatkowa stopa zwrotu (CAAR), zaprezentowana na Wykresie 8. wskazuje na nieznacznie pozytywną reakcję rynku (około 0,7%) dotyczącą Bitcoina. Efekt ten zaobserwować można było już od pierwszych minut po wytępieniu danego zdarzeniu. W przypadku Bitcoina nie zaobserwowano utrzymywania się pozytywne efektu, na względnie stabilnym poziomie. Po wystąpieniu zdarzenia, od około 25 minuty widoczne jest słabnięcie pozytywnego efektu i stopniowy spadek wartości CAAR.

**Wolumen obrotu Bitcoin**

Wartości średniego dodatkowego wolumenu obrotu (ATV) dla tweetów Bitcoina, przedstawione zostały w Tabeli 11. oraz Tabeli 12. Większość wyników zarówno dla obserwacji przed jak i po zdarzeniu okazało się być nieistotna statystycznie, dla poziomu 0,01. Dopiero obniżając poziom istotności do 0,05, wyniki od 1 do 4 minuty włącznie, wyniki uznać można było za istotne statystycznie.

**Tabela 11**. Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Bitcoina – przed wydarzeniem

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,53 | 0,95 | **-45** | 0,41 | 0,73 | **-30** | 0,41 | 0,73 | **-15** | 0,20 | 0,36 |
| **-59** | 0,56 | 1,00 | **-44** | 0,39 | 0,70 | **-29** | 0,33 | 0,59 | **-14** | 0,57 | 1,03 |
| **-58** | 0,58 | 1,03 | **-43** | 0,55 | 0,99 | **-28** | 0,21 | 0,37 | **-13** | 0,41 | 0,73 |
| **-57** | 0,57 | 1,03 | **-42** | 0,45 | 0,81 | **-27** | 0,41 | 0,73 | **-12** | 0,46 | 0,83 |
| **-56** | 0,68 | 1,23 | **-41** | 0,40 | 0,72 | **-26** | 0,41 | 0,73 | **-11** | 0,28 | 0,50 |
| **-55** | 0,52 | 0,94 | **-40** | 0,40 | 0,72 | **-25** | 0,43 | 0,78 | **-10** | 0,41 | 0,73 |
| **-54** | 0,57 | 1,02 | **-39** | 0,62 | 1,11 | **-24** | 0,46 | 0,82 | **-9** | 0,26 | 0,46 |
| **-53** | 0,38 | 0,68 | **-38** | 0,85 | 1,53 | **-23** | 0,59 | 1,06 | **-8** | 0,41 | 0,73 |
| **-52** | 0,23 | 0,42 | **-37** | 0,54 | 0,97 | **-22** | 0,18 | 0,31 | **-7** | 0,65 | 1,17 |
| **-51** | 0,43 | 0,77 | **-36** | 0,59 | 1,06 | **-21** | 0,41 | 0,73 | **-6** | 0,74 | 1,33 |
| **-50** | 0,23 | 0,42 | **-35** | 0,53 | 0,94 | **-20** | 0,11 | 0,19 | **-5** | 0,37 | 0,67 |
| **-49** | 0,40 | 0,73 | **-34** | 0,19 | 0,34 | **-19** | 0,22 | 0,40 | **-4** | 0,19 | 0,34 |
| **-48** | 0,52 | 0,94 | **-33** | 0,55 | 0,99 | **-18** | 0,28 | 0,50 | **-3** | 0,36 | 0,65 |
| **-47** | 0,46 | 0,82 | **-32** | 0,31 | 0,56 | **-17** | 0,11 | 0,20 | **-2** | 0,70 | 1,25 |
| **-46** | 0,57 | 1,02 | **-31** | 0,53 | 0,95 | **-16** | 0,26 | 0,47 | **-1** | 0,39 | 0,70 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 12.** Średni wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Bitcoina – po wydarzeniu

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0,75 | 1,34 | **15** | 0,62 | 1,12 | **30** | 0,75 | 1,35 | **45** | 0,31 | 0,56 |
| **1** | 1,33 | 2,39* | **16** | 0,60 | 1,08 | **31** | 0,43 | 0,78 | **46** | 0,36 | 0,64 |
| **2** | 1,58 | 2,84* | **17** | 0,90 | 1,61 | **32** | 0,47 | 0,85 | **47** | 0,09 | 0,17 |
| **3** | 1,51 | 2,72* | **18** | 0,90 | 1,61 | **33** | 0,62 | 1,12 | **48** | 0,31 | 0,56 |
| **4** | 1,45 | 2,61* | **19** | 1,02 | 1,83 | **34** | 0,81 | 1,46 | **49** | 0,45 | 0,80 |
| **5** | 1,13 | 2,03 | **20** | 0,89 | 1,59 | **35** | 0,66 | 1,19 | **50** | 0,57 | 1,02 |
| **6** | 0,98 | 1,75 | **21** | 0,68 | 1,23 | **36** | 0,64 | 1,15 | **51** | 0,44 | 0,79 |
| **7** | 0,96 | 1,71 | **22** | 0,63 | 1,13 | **37** | 0,40 | 0,71 | **52** | 0,38 | 0,68 |
| **8** | 1,06 | 1,89 | **23** | 0,65 | 1,17 | **38** | 0,58 | 1,04 | **53** | 0,38 | 0,68 |
| **9** | 0,98 | 1,75 | **24** | 0,67 | 1,20 | **39** | 0,49 | 0,87 | **54** | 0,39 | 0,70 |
| **10** | 0,87 | 1,57 | **25** | 0,64 | 1,15 | **40** | 0,46 | 0,83 | **55** | 0,39 | 0,69 |
| **11** | 0,70 | 1,25 | **26** | 0,77 | 1,39 | **41** | 0,44 | 0,78 | **56** | 0,30 | 0,54 |
| **12** | 0,82 | 1,48 | **27** | 0,74 | 1,33 | **42** | 0,64 | 1,15 | **57** | 0,53 | 0,95 |
| **13** | 0,76 | 1,36 | **28** | 0,79 | 1,41 | **43** | 0,90 | 1,62 | **58** | 0,38 | 0,68 |
| **14** | 0,65 | 1,17 | **29** | 0,81 | 1,44 | **44** | 0,48 | 0,86 | **59** | 0,53 | 0,96 |
| | | | | | | | | | **60** | 0,41 | 0,73 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 13. oraz Wykres 9. wskazują, że pojawienie się tweetów Elona Muska na temat Bitcoina powodowało pozytywną reakcję rynku, potwierdzoną przez wzrost skumulowanego wolumenu obrotu (CATV).

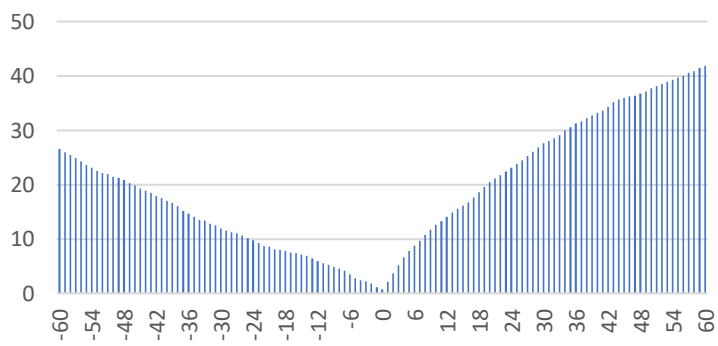
**Tabela 13.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Bitcoina

| Okno: | CATV | T-stat | Pozytywne: |
|---|---|---|---|
| **[0, 1]** | 2,08 | 3,73** | **86%** |
| **[0, 2]** | 3,66 | 6,57** | **85%** |
| **[0, 5]** | 7,76 | 13,92** | **92%** |
| **[0, 10]** | 12,60 | 22,60** | **86%** |
| **[0, 15]** | 16,16 | 28,99** | **86%** |
| **[0, 30]** | 27,61 | 49,51** | **83%** |
| **[0, 45]** | 35,95 | 64,47** | **85%** |
| **[0, 60]** | 41,84 | 75,05** | **81%** |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 9.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Bitcoina




Źródło: opracowanie własne.

We wszystkich badanych przedziałach czasowych, wyniki CATV były dodatnie i na poziomie 0,01 okazała się być istotne statystycznie. Po pierwszych minutach po opublikowaniu wpisu, zauważyć można nieznacznie wyższy wzrost wartości CATV względem, CATV mającego miejsca przed wydarzeniem. Udział obserwacji pozytywnych, w przypadku CATV dla tweetów Bitcoina wahał się od 81% do 92%.

## 3.4. Wpływ tweetów na Ethereum

W przypadku badań dotyczących tweetów dla Ethereum, warto zaznaczyć, że próbka badawcza była niewielka i składała się wyłącznie z 3 wydarzeń. Zaprezentowane wyniki mogą stanowić wstępną wskazówkę dotyczącą reakcji rynku na tweety o Ethereum - opublikowane przez Elona Muska. Nie można jednak na tej podstawie wyciągać daleko idących wniosków lub formułować ogólnych zasad, ponieważ przedstawione rezultaty mogą w pełni nie odzwierciedlać rzeczywistej sytuacji na badanej parze ETH/USDT.

**Stopy zwrotu dla Ethereum**

Wyniki średniej dodatkowej stopy zwrotu (AAR) zaprezentowane zostały w Tabelach 14 - 15. Badania wykorzystujące analizę zdarzeń dla tweetów dotyczących Ethereum, pozwalają stwierdzić, że AAR kształtowało się w przedziale od -0,17% do 0,54%. Wyniki te niestety, ale w większości przypadków okazały się być nieistotne statystycznie. Wyłącznie dla minuty pierwszej, na poziomie istotności 0,05, możliwe było odrzucenie hipotezy zerowej i stwierdzenie, że istnieje statystycznie istotna różnica między średnią dodatkową stopą zwrotu, a średnia wartością oczekiwaną.

**Tabela 14.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Ethereum – przed wydarzeniem [w minutach]

| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,02 | 0,28 | **-45** | -0,17 | -2,96 | **-30** | -0,04 | -0,78 | **-15** | -0,02 | -0,42 |
| **-59** | 0,05 | 0,83 | **-44** | -0,06 | -1,01 | **-29** | -0,07 | -1,26 | **-14** | -0,05 | -0,88 |
| **-58** | 0,00 | -0,05 | **-43** | 0,13 | 2,20 | **-28** | 0,02 | 0,33 | **-13** | 0,02 | 0,42 |
| **-57** | -0,04 | -0,73 | **-42** | 0,04 | 0,70 | **-27** | 0,10 | 1,79 | **-12** | -0,04 | -0,68 |
| **-56** | 0,05 | 0,83 | **-41** | 0,05 | 0,84 | **-26** | -0,04 | -0,64 | **-11** | 0,09 | 1,51 |
| **-55** | -0,05 | -0,87 | **-40** | -0,08 | -1,45 | **-25** | 0,05 | 0,80 | **-10** | 0,00 | -0,01 |
| **-54** | 0,01 | 0,18 | **-39** | -0,17 | -2,96 | **-24** | 0,09 | 1,51 | **-9** | 0,02 | 0,33 |
| **-53** | -0,07 | -1,26 | **-38** | -0,05 | -0,92 | **-23** | -0,03 | -0,54 | **-8** | -0,01 | -0,19 |
| **-52** | -0,05 | -0,89 | **-37** | 0,12 | 2,05 | **-22** | -0,01 | -0,09 | **-7** | 0,09 | 1,60 |
| **-51** | -0,03 | -0,48 | **-36** | 0,06 | 1,07 | **-21** | -0,02 | -0,32 | **-6** | -0,12 | -2,04 |
| **-50** | 0,04 | 0,79 | **-35** | -0,07 | -1,29 | **-20** | -0,01 | -0,10 | **-5** | -0,05 | -0,96 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-49** | -0,04 | -0,68 | **-34** | 0,09 | 1,50 | **-19** | 0,02 | 0,28 | **-4** | 0,01 | 0,20 |
| **-48** | -0,06 | -1,13 | **-33** | 0,06 | 1,02 | **-18** | 0,02 | 0,31 | **-3** | 0,06 | 1,07 |
| **-47** | 0,02 | 0,27 | **-32** | -0,02 | -0,29 | **-17** | -0,06 | -1,05 | **-2** | 0,03 | 0,44 |
| **-46** | 0,11 | 1,91 | **-31** | 0,08 | 1,38 | **-16** | -0,05 | -0,81 | **-1** | 0,02 | 0,43 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 15.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Ethereum – po wydarzeniu [w minutach]

| min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat | min | ARR % | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0,16 | 2,89 | **15** | -0,03 | -0,45 | **30** | -0,03 | -0,56 | **45** | 0,11 | 1,94 |
| **1** | 0,54 | 9,56* | **16** | -0,03 | -0,47 | **31** | -0,01 | -0,11 | **46** | 0,00 | 0,01 |
| **2** | 0,06 | 1,13 | **17** | -0,06 | -1,00 | **32** | -0,02 | -0,31 | **47** | 0,05 | 0,88 |
| **3** | 0,07 | 1,29 | **18** | -0,05 | -0,84 | **33** | 0,02 | 0,38 | **48** | -0,02 | -0,32 |
| **4** | 0,05 | 0,82 | **19** | -0,06 | -1,05 | **34** | 0,07 | 1,21 | **49** | 0,03 | 0,50 |
| **5** | 0,02 | 0,36 | **20** | -0,16 | -2,90 | **35** | -0,05 | -0,91 | **50** | 0,03 | 0,61 |
| **6** | -0,06 | -0,98 | **21** | 0,05 | 0,90 | **36** | -0,04 | -0,63 | **51** | 0,03 | 0,54 |
| **7** | 0,02 | 0,39 | **22** | 0,05 | 0,84 | **37** | -0,02 | -0,40 | **52** | -0,07 | -1,31 |
| **8** | -0,06 | -1,03 | **23** | -0,06 | -1,00 | **38** | -0,03 | -0,57 | **53** | 0,01 | 0,22 |
| **9** | 0,01 | 0,09 | **24** | 0,06 | 1,09 | **39** | 0,07 | 1,21 | **54** | -0,04 | -0,77 |
| **10** | -0,03 | -0,50 | **25** | -0,02 | -0,28 | **40** | 0,02 | 0,42 | **55** | -0,06 | -1,10 |
| **11** | -0,01 | -0,09 | **26** | -0,05 | -0,83 | **41** | -0,01 | -0,13 | **56** | -0,04 | -0,76 |
| **12** | 0,01 | 0,13 | **27** | 0,02 | 0,32 | **42** | -0,04 | -0,71 | **57** | 0,06 | 0,99 |
| **13** | -0,02 | -0,43 | **28** | 0,06 | 0,98 | **43** | -0,04 | -0,67 | **58** | 0,08 | 1,32 |
| **14** | -0,01 | -0,19 | **29** | 0,02 | 0,36 | **44** | 0,01 | 0,10 | **59** | -0,01 | -0,19 |
| | | | | | | | | | **60** | 0,07 | 1,28 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki dla skumulowanej średniej dodatkowej stopy zwrotu (CAAR), dla tweetów dotyczących Ethereum, przedstawiono w tabeli 16. Uzyskane wartości CAAR, dla wszystkich okien obserwacji wskazują na dodatni efekt. Wyniki CAAR okazały się istotne statystycznie (dla poziomu istotności 0,01) dla wszystkich przedziałów, z wyjątkiem [0, 30] oraz [0, 45]. Udział obserwacji z pozytywnym CAAR wynosił od 66% do 100%.

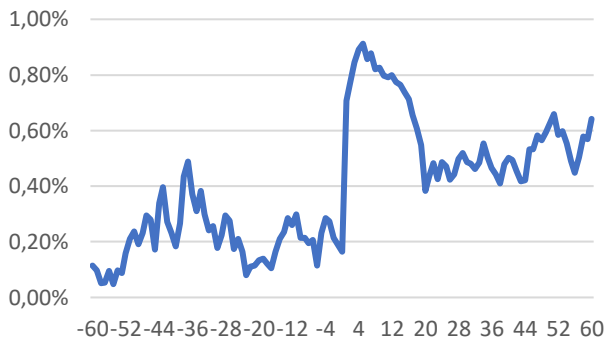
**Tabela 16.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Ethereum

| Okno: | CAAR | T-stat | Pozytywne: |
|---|---|---|---|
| **[0, 1]** | 0,71 | 12,44** | 100% |
| **[0, 2]** | 0,77 | 13,57** | 100% |
| **[0, 5]** | 0,91 | 16,04** | 100% |
| **[0, 10]** | 0,80 | 14,01** | 100% |
| **[0, 15]** | 0,74 | 12,99** | 100% |
| **[0, 30]** | 0,49 | 8,55* | 66% |
| **[0, 45]** | 0,53 | 9,37* | 66% |
| **[0, 60]** | 0,64 | 11,27** | 66% |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 10.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Ethereum




Źródło: opracowanie własne.

Na Wykresie 10. zaobserwować można, że skumulowana średnia dodatkowa stopa zwrotu (CAAR), wykazuje na nieznacznie pozytywną reakcję rynku. Po wystąpieniu zdarzenia, zauważalny jest wzrost CAAR do ponad 0,8%. Efekt ten nie utrzymywał się jednak zbyt długo. Po około 5-7 minutach zauważyć można stopniowy spadek CAAR sugerujący, że pozytywny efekt zdarzenia zaczął powoli słabnąć.

### Wolumen obrotu dla Ethereum

Wartości średniego dodatkowego wolumenu obrotu (ATV) dla tweetów Ethereum, przedstawiono w Tabelach 17 - 18. Całość wyników, zarówno przed jak i po wystąpieniu danego zdarzenia, okazała się nieistotna statystycznie, dla poziomu istotności 0,01 oraz 0,05.

**Tabela 17.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Ethereum – przed wydarzeniem

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-60** | 0,09 | 0,15 | **-45** | -0,19 | -0,35 | **-30** | 0,17 | 0,31 | **-15** | -0,11 | -0,19 |
| **-59** | 0,56 | 0,99 | **-44** | -0,01 | -0,03 | **-29** | 0,28 | 0,50 | **-14** | -0,58 | -1,03 |
| **-58** | 0,77 | 1,37 | **-43** | -0,72 | -1,28 | **-28** | -0,33 | -0,58 | **-13** | 0,51 | 0,91 |
| **-57** | -0,36 | -0,65 | **-42** | -0,36 | -0,64 | **-27** | -0,62 | -1,11 | **-12** | -0,13 | -0,24 |
| **-56** | 0,18 | 0,33 | **-41** | 0,30 | 0,54 | **-26** | -0,75 | -1,35 | **-11** | 0,44 | 0,79 |
| **-55** | -0,68 | -1,22 | **-40** | 0,08 | 0,15 | **-25** | -0,78 | -1,39 | **-10** | -0,65 | -1,17 |
| **-54** | 0,09 | 0,16 | **-39** | -0,01 | -0,01 | **-24** | -0,39 | -0,70 | **-9** | -0,48 | -0,85 |
| **-53** | -0,07 | -0,13 | **-38** | 1,46 | 2,60 | **-23** | -0,44 | -0,79 | **-8** | -0,28 | -0,50 |
| **-52** | -0,31 | -0,55 | **-37** | 0,71 | 1,27 | **-22** | -0,55 | -0,99 | **-7** | -0,20 | -0,36 |
| **-51** | -0,26 | -0,46 | **-36** | 0,34 | 0,60 | **-21** | -0,04 | -0,08 | **-6** | 0,81 | 1,45 |
| **-50** | 0,15 | 0,27 | **-35** | 0,07 | 0,12 | **-20** | -0,35 | -0,62 | **-5** | -0,01 | -0,02 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-49** | -0,52 | -0,93 | **-34** | 0,17 | 0,31 | **-19** | -0,71 | -1,26 | **-4** | -0,34 | -0,60 |
| **-48** | 0,05 | 0,09 | **-33** | -0,42 | -0,74 | **-18** | -0,48 | -0,85 | **-3** | -0,31 | -0,56 |
| **-47** | 0,32 | 0,57 | **-32** | -0,04 | -0,07 | **-17** | -0,31 | -0,55 | **-2** | 0,11 | 0,19 |
| **-46** | -0,20 | -0,35 | **-31** | -0,05 | -0,09 | **-16** | -0,53 | -0,95 | **-1** | 0,18 | 0,33 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 18.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Ethereum – po wydarzeniu

| min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat | min | ATV | T-stat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | 0,38 | 0,68 | **15** | 0,45 | 0,81 | **30** | 0,36 | 0,64 | **45** | 0,97 | 1,74 |
| **1** | 1,11 | 1,98 | **16** | 0,22 | 0,39 | **31** | 0,71 | 1,27 | **46** | 1,04 | 1,85 |
| **2** | 0,71 | 1,27 | **17** | -0,11 | -0,20 | **32** | 0,04 | 0,07 | **47** | 0,25 | 0,44 |
| **3** | 0,97 | 1,74 | **18** | 0,64 | 1,15 | **33** | -0,45 | -0,81 | **48** | 0,23 | 0,42 |
| **4** | 1,01 | 1,80 | **19** | 1,20 | 2,14 | **34** | 0,95 | 1,70 | **49** | 1,10 | 1,97 |
| **5** | 0,42 | 0,75 | **20** | 0,36 | 0,64 | **35** | 0,18 | 0,33 | **50** | 1,24 | 2,22 |
| **6** | 1,61 | 2,87 | **21** | 0,83 | 1,48 | **36** | 0,79 | 1,41 | **51** | 0,81 | 1,44 |
| **7** | 1,18 | 2,11 | **22** | -0,32 | -0,58 | **37** | 0,04 | 0,06 | **52** | 0,27 | 0,49 |
| **8** | 0,29 | 0,51 | **23** | -0,19 | -0,33 | **38** | 0,60 | 1,07 | **53** | -0,08 | -0,14 |
| **9** | 0,59 | 1,05 | **24** | 0,66 | 1,19 | **39** | 1,03 | 1,84 | **54** | 0,00 | 0,01 |
| **10** | 0,35 | 0,62 | **25** | -0,27 | -0,48 | **40** | 0,91 | 1,63 | **55** | -0,37 | -0,67 |
| **11** | 0,62 | 1,11 | **26** | -0,48 | -0,86 | **41** | 0,28 | 0,49 | **56** | -0,17 | -0,31 |
| **12** | -0,19 | -0,34 | **27** | 0,24 | 0,43 | **42** | 0,47 | 0,85 | **57** | 0,11 | 0,20 |
| **13** | 0,81 | 1,44 | **28** | -0,22 | -0,39 | **43** | 0,22 | 0,39 | **58** | -0,16 | -0,28 |
| **14** | 0,17 | 0,30 | **29** | 0,22 | 0,39 | **44** | -0,08 | -0,15 | **59** | 0,43 | 0,76 |
| | | | | | | | | | **60** | 0,27 | 0,47 |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

W Tabeli 19. oraz na Wykresie 11. pokazano wyniki skumulowanego dodatkowego wolumenu obrotu, dla tweetów Elona Muska, dotyczących Ethereum. W przypadku badanych przedziałów, wyniki CATV okazały się być nieistotne statystycznie dla okien: [0, 1] oraz [0, 2]. Dla wyznaczonego okna [0, 5] i poziomu ufności 0,05, wyniki były istotne statystycznie. W pozostałych przypadkach, dla poziomu istotności 0,01, możliwe było odrzucenie hipotezy zerowej na rzecz alternatywnej. W zależności od przedziałów, udział obserwacji z pozytywnym CATV wynosił od 66% do 100%.

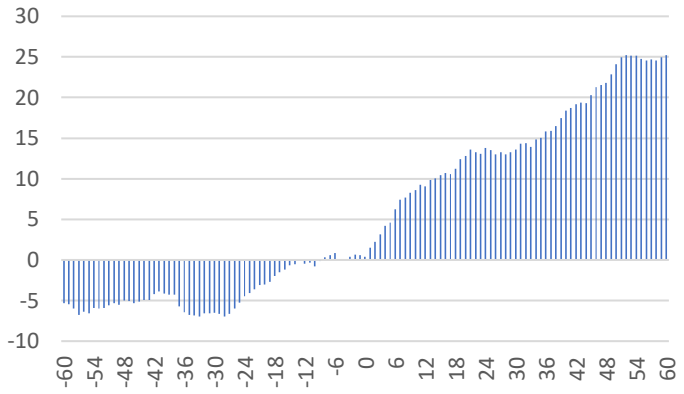
**Tabela 19.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Ethereum

| Okno: | CATV | T-stat | Pozytywne: |
|---|---|---|---|
| [0, 1] | 1,49 | 2,66 | 100% |
| [0, 2] | 2,20 | 3,93 | 100% |
| [0, 5] | 4,60 | 8,22* | 100% |
| [0, 10] | 8,61 | 15,38** | 100% |
| [0, 15] | 10,47 | 18,70** | 100% |
| [0, 30] | 13,61 | 24,30** | 66% |
| [0, 45] | 20,27 | 36,19** | 66% |
| [0, 60] | 25,24 | 45,07** | 66% |

*, **- istotność statystyczna na poziomie alfa równym odpowiednio: 0,05; 0,01

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 11.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Ethereum




Źródło: opracowanie własne.

Skumulowany średni wolumen obrotu, wizualnie zaprezentowano na Wykresie 11. Wyniki wskazują na widocznie dodatni CATV. Oznacza to, że wolumen obrotu po wydarzeniu, dla pary ETH/USDT okazał się być wyższy niż przeciętnie.

## 3.5. Wyniki analizy sentymentu

Wskaźniki aktywności użytkowników na Twitterze, w określonym przedziale czasowym, mogą dostarczyć cennych informacji o wpływie tweetów na potencjalnych użytkowników portalu. Na podstawie liczby komentarzy, udostępnień (*reetweet*), polubień i cytowań oceniono, czy tweety Elona Muska na temat Dogecoina (DOGE), Bitcoina (BTC) i Ethereum (ETH), wzbudzały większe zainteresowanie i emocje w porównaniu do reszty tweetów opublikowanych w danym roku. Nie uwzględniono informacji dotyczących liczby wyświetleń (views) na Twitterze, ze względu na to, że jest to nowo wprowadzona funkcjonalność. Zgodnie z wcześniej przyjętą metodyką, wyodrębniono wszystkie dostępne tweety Elona Muska, które nie były odpowiedziami na posty innych użytkowników. Dane te następnie zestawiono z opracowaną próbką badawczą, obejmującą wpisy Elona Muska, które odnosiły się do badanych kryptowalut, z określonych lat. Na tej podstawie poszczególne statystyki średnich wartości wskaźników interakcji zaprezentowano w Tabeli 20.

**Tabela 20.** Średnie wartości wskaźników interakcji dla tweetów Elona Muska odnoszących się do badanych kryptowalut oraz dla pozostałych tweetów, w latach 2019 - 2022

| Średnie wartości wskaźników interakcji dla tweetów odnoszących się kryptowalut: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Rok** | **Komentarze** | **Retweet** | **Polubienia** | **Cytowania** |
| 2019 | 2 357 | 8 717 | 82 024 | 1 053 |
| 2020 | 8 367 | 25 962 | 260 489 | 4 729 |
| 2021 | 23 049 | 42 844 | 328 559 | 6 748 |
| 2022 | 21 319 | 28 436 | 321 404 | 3 757 |
| **Średnie wartości wskaźników interakcji dla pozostałych tweetów:** | | | | |
| **Rok** | **Komentarze** | **Retweet** | **Polubienia** | **Cytowania** |
| 2019 | 418 | 1 980 | 20 305 | 183 |
| 2020 | 786 | 2 159 | 25 225 | 390 |
| 2021 | 2 846 | 3 744 | 47 263 | 608 |
| 2022 | 5 471 | 6 948 | 82 536 | 1 244 |

Źródło: opracowanie własne.

Zauważyć należy, że tweety Elona Muska dotyczące kryptowalut miały znacznie wyższe średnie wartości w kategoriach interakcji, w porównaniu do innych opublikowanych przez niego tweetów. W latach 2019 - 2022, wyniki dla średniej liczby komentarzy, retweetów, polubień i cytowań, był nawet kilkukrotnie wyższe w porównaniu do średnich liczb dla pozostałych tweetów. Otrzymane wyniki sugerują, że tweety Elona Muska na temat Dogecoina, Bitcoina i Ethereum były bardziej angażujące dla społeczności.

Wyniki opierały się wyłącznie na średnich wartościach wybranych wskaźników interakcji i nie uwzględniały innych odstępstw, takich jak obecność i wpływ botów generujących sztuczne interakcje, czy wpływu określonych wydarzeń i trendów zakrzywiających wyniki. Aby uzyskać pełniejsze zrozumienie tematu, wymagane mogą być dalsze analizy uwzględniające szerszy zakres zmiennych i czynników, takich jak na przykład nowe funkcjonalności i dane dotyczące liczby osób, które zobaczyły wpis danego użytkownika.

## 3.6. Wnioski końcowe

Badania dotyczące analizy oraz oceny wpływu tweetów Elona Muska na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu wspominanych przez niego kryptowalut, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków.

W świetle przeprowadzonych badań, wyniki wskazywały na znaczący dodatni wpływ tweetów Elona Muska, na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu Dogecoina, Bitcoina oraz

Ethereum. W badanych latach, rezultaty te różniły się w zależności od wspomnianych kryptowalut i powodowały głownie pozytywny efekt.

W przypadku tweetów dotyczących Dogecoina skumulowane średnie dodatkowe stopy zwrotu (CAAR), wahały się w przedziale od 4,47% do 6,69% - w pierwszych 60 minutach po wystąpieniu zdarzenia. Wpływ na wolumen obrotu okazał się być jeszcze silniejszy. Widoczny był ciągły, dodatni wzrost skumulowanego średniego dodatkowego wolumenu obrotu (CATV). W każdym z badanych przedziałów wyniki zarówno dla CAAR i CATV, okazały się być istotne statystycznie, na poziomie istotności 0,01.

W przypadku tweetów odnoszących się do Bitcoina wyniki dla skumulowanej średniej dodatkowej stopy zwrotu (CAAR), w zależności od przedziałów wynosiły od 0,37% do 0,69% (istotnie statystycznie dla poziomu istotności 0,01). W okolicach około 25 minuty, zauważyć można było natomiast słabnięcie pozytywnego efekt i stopniowy spadek wartości CAAR. Wpływ tweetów na wolumen Bitcoina również okazał się być dodatni. Skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu rósł w sposób ciągły. Był on również istotny statystycznie dla poziomu istotności 0,01, jednak znacząco słabszy niż w przypadku Dogecoina.

Badania wykazały, że dla tweetów na temat Ethereum, średnie dodatkowe stopy zwrotu również były dodatnie. Dla analizowanych przedziałów, wyniki znajdowały się od 0,49% do 0,91%. Wyniki CAAR dla poziomu istotności 0,01 były istotne statystycznie dla wszystkich przedziałów z wyjątkiem [0, 30] oraz [0, 45], które były istotne dopiero przy poziomie istotności 0,05. Ponadto wyniki wskazały na dodatni skumulowanego średni wolumen obrotu (CATV). Dla przedziałów [0, 1] oraz [0, 2] wolumen ten był nieistotny statycznie.

W przypadku wskaźników liczby interakcji dotyczących tweetów na temat kryptowalut zaobserwowano, że cieszyły się one znacznie większą popularnością względem pozostałych tweetów, opublikowanych w tych samych latach. Wyniki te podkreśliły istotność tematu kryptowalut i ich wpływu na społeczność i użytkowników platformy Twitter.

Wpisy znanych osobistości mogą mieć znaczący wpływ na rynki kryptowalut. Badania dowiodły, że działania i komunikaty Elona Muska wywoływały wahania cen oraz zmiany w wolumenie obrotu na rynkach kryptowalut. Wyniki badań są zbieżne z tymi osiągniętymi przez innego autora - Ante (Ante, 2022).

# ZAKOŃCZENIE

Przeprowadzone w niniejszej pracy badania miały na celu zbadanie i określenie wpływu wybranych 71 tweetów Elona Muska (w latach 2010 – 2022) na zmiany stóp zwrotu oraz wolumenu obrotu wspominanych przez niego kryptowalut, takich jak: Dogecoin (DOGE), Bitcoin (BTC) oraz Ethereum (ETH). Oprócz celu głównego, podjęto próbę pogłębienia tematu i zweryfikowania odpowiedzi na zamieszczone poniżej tezy:

Teza 1: Wpływ tweetów Elona Muska na zmianę ceny i płynności różnił się w zależności od wspominanych przez niego kryptowalut.

Teza 2: Tweety Elona Muska powodowały głównie pozytywny efekt, wpływając na wyceny oraz wolumen obrotu poszczególnych kryptowalut.

Teza 3: Tweety Elona Muska dotyczące kryptowalut wywoływały większą interakcję użytkowników w porównaniu do jego pozostałych tweetów opublikowanych w tych samych latach, co sugerować mogło zwiększone zainteresowanie i zaangażowanie inwestorów w tematy związane z kryptowalutami.

Dane dotyczące indywidualnych wpisów Elona Muska zebrane zostały za pomocą specjalnie stworzonego narzędzia i poddane selekcji przy użyciu zaprogramowanego algorytmu, przeszukującego treść tweetów. Próba wzbogacona została o wpisy nietekstowe, zawierające grafiki i filmy związane z analizowanymi kryptowalutami. W żadnej z ogólnodostępnych prac nie spotkano się dotąd z przedstawionym podejściem do zbierania i analizy danych.

Wykorzystując metody z obszaru analizy zdarzeń, badania koncentrowały się na analizie krótkoterminowego wpływu wybranej próbki badawczej tweetów. Główny cel pracy został zrealizowany. Wyniki badań dowiodły i potwierdziły, że opublikowane wpisy Elona Muska na portalu Twitter, miały znaczący, wpływ na stopy zwrotu oraz wolumen obrotu badanych kryptowalut, zwłaszcza Dogecoina (DOGE).

W analizowanym okresie, rezultaty te różniły się w zależności od konkretnych kryptowalut, oraz powodowały głowni pozytywne efekty - co potwierdziło zarówno pierwszą, jak i drugą postawioną tezę badawczą.

Podczas analizy sentymentu, dotyczącej średnich wartości wskaźników interakcji dla tweetów odnoszących się do kryptowalut, zauważono, że wpisy te cieszyły się znacznie większym

zainteresowaniem w porównaniu do pozostałych tweetów, opublikowanych w tych samych latach. Wyniki te potwierdziły trzecią tezę badawczą i podkreśliły znaczenie tematu kryptowalut oraz ich wpływ na społeczność i użytkowników Twittera. Opracowanie stanowi ważną podstawę do mierzenia wpływu opinii znanych osobistości na temat kryptowalut.

Wpływ tweetów Elona Muska może być wartościową informację zarówno w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych jak i procesie regulacyjnym. Dzięki przeprowadzonym badaniom, inwestorzy mają możliwość opracowywania alternatywnych strategii inwestycyjnych, natomiast organy regulujące mogą mieć uzasadnione powody do wprowadzenia odpowiednich zmian lub środków nadzorczych służących do monitorowania i kontrolowania rynków cyfrowych aktywów.

W miarę postępu technologicznego i rozwoju rynku kryptowalut, istnieje rosnąca potrzeba ciągłego doskonalenia badań i analiz w tym obszarze. Z uwagi na dość ograniczone opracowania dotychczasowych prac na temat wpływu tweetów znanych osobistości i influencerów na poszczególne kryptowaluty, sugeruje się, że badania w tej dziedzinie powinny być w dalszym ciągu kontynuowane. W szczególności, zaleca się pogłębienie badań poprzez wykorzystanie alternatywnych metod zbierania i analizy danych, takich jak korzystanie z API Twittera, a także zastosowanie bardziej zaawansowanych technik analizy sentymentu. Udoskonalenia te mogą pomóc w lepszym zrozumieniu kontekstu i tonu wypowiedzi, co jest kluczowe dla pełniejszego wyjaśnienia wpływu wpisów na odbiorców. W sytuacji pojawienia się kolejnych tweetów dotyczących kryptowalut (nie tylko pochodzących z konta Elona Muska), badania powinny również rozważyć rozszerzenie zakresu badawczego, aby obejmować wpływ innych znanych osobistości, które aktywnie wypowiadają się na ten temat.

Kontynuacja badań w zakresie wpływu tweetów na kryptowaluty przyczyni się do poszerzenia wiedzy na temat tego zjawiska i może mieć praktyczne zastosowanie dla inwestorów związanych z rynkiem kryptowalut.

# LITERATURA


1. Ajjoub, C., Walker, T., and Zhao, Y. (2020). Social media posts and stock returns: The Trump factor. *International Journal of Managerial Finance, 17*(2), 185–213.
2. Ante, L. (2022). How Elon Musk's Twitter activity moves cryptocurrency markets. *Blockchain Research Lab*.
3. Barber, B. M., and Lyon, J. D. (1997). Detecting long-run abnormal stock returns: The empirical power and specification of test statistics. *Journal of Financial Economics, 43*(3), 341–372.
4. Barucci, E., Moncayo, G. G., and Marazzina, D. (2022). Cryptocurrencies and stablecoins: A high-frequency analysis. *Digital Finance, 4*(2), 217–239.
5. Brody, A., and Couture, S. (2021). Ideologies and Imaginaries in Blockchain Communities: The Case of Ethereum. *Canadian Journal of Communication, 46*(3), 543–561.
6. Brown, S. J., and Warner, J. B. (1985). Using daily stock returns: The case of event studies. *Journal of Financial Economics, 14*(1), 3–31.
7. Campbell, C. J., and Wasley, C. E. (1996). Measuring abnormal daily trading volume for samples of NYSE/ASE and NASDAQ securities using parametric and nonparametric test statistics. *Review of Quantitative Finance and Accounting, 6*(3), 309–326.
8. Chohan, U. W. (2021). A History of Dogecoin. *SSRN Electronic Journal*.
9. Czapiewski, L. (2015). Model CAPM i trójczynnikowy model Famy-Frencha w analizie zdarzeń na polskim rynku kapitałowym. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 2015, nr 73, s. 609-620,
10. Dikariev, H., and Miłosz, M. (2018). Blockchain technology and its application. *Journal of Computer Sciences Institute*, 6, 59–61.
11. Dutta, A. (2014). Parametric and Nonparametric Event Study Tests: A Review. *International Business Research*, 7(12), p136.
12. El Mahdy, D. (2021). The Economic Effect of Bitcoin Halving Events on the U.S. Capital Market. W N. M. Alsharari (Red.), *Accounting and Finance Innovations. IntechOpen*.
13. Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance, 25*(2), 383–417.
14. Głodziński, E. (2014). Efektywność ekonomiczna – dylematy definiowania i pomiaru. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*, z. 73.
15. Gurgul, H. (2006). *Analiza zdarzeń na rynkach akcji*. Warszawa: Wolters Kluwer.

16. Harris, C. R., Millman, K. J., Van Der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N. J., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., Van Kerkwijk, M. H., Brett, M., Haldane, A., Del Río, J. F., Wiebe, M., Peterson, P., … Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature, 585*(7825), 357–362.
17. Jajuga, K., and Jajuga, T. (2006). *Inwestycje: Instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. Wydawnictwo naukowe PWN SA.
18. Janicka, M. (2008). Efektywność rynków finansowych—Teoria a praktyka. Acta *Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica, 221 Wybrane problemy w gospodarce światowej*, 169–182.
19. Kubacki, D. (2017). Porównanie efektywności informacyjnej rynków finansowych w wybranych krajach Unii Europejskiej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 86, 123-134.
20. Kujawa, S., and Ostrowska, E. (2016). Analiza zdarzeń i jej zastosowanie w finansach behawioralnych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Finanse Rynki Finansowe Ubezpieczenia*, 82, 191–200.
21. Limmack, R. (2003). Discussion of Glamour Acquirers, Method of Payment and Post-acquisition Performance: The UK Evidence. *Journal of Business Finance and Accounting*, *30*(1–2), 343–350.
22. Lisicki, B. (2018). Wpływ uwolnienia kursu franka szwajcarskiego na krótkoterminowe stopy zwrotu z notowań akcji banków na GPW w Warszawie. *Przedsiębiorstwo & Finanse, ISSN 2084-1361*.
23. MacKinlay. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economics Literature, 35*(1), 13–39.
24. McKinney, W. (2010). *Data Structures for Statistical Computing in Python*.
25. Metta, S., Madhavan, N., and Narayanan, K. K. (2022). Power of 280: Measuring the Impact of Elon Musk's Tweets on the Stock Market. *Journal of Business Management*.
26. Motylska - Kuźma, A., and Wieprow, J. (2017). Psychological aspects of financial decision making in the enterpr ise. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Finanse Rynki Finansowe Ubezpieczenia*, 85, 117–127.
27. Nani, A. (2022). The doge worth 88 billion dollars: A case study of Dogecoin. *Convergence*, 28(6), 1719–1736.
28. Perpeczko, A. (2010). Analiza zdarzenia i jej zastosowania. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, (632). Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, (33)*, 35-51.

29. Rigolin, V. H. (2018). What is Twitter? How Do I Get Started? Why Should I Become a User? *Journal of the American Society of Echocardiography, 31*(3), A31–A32.
30. Rodak, O. (2017). Twitter jako przedmiot badań socjologicznych i źródło danych społecznych: Perspektywa konstruktywistyczna. *Studia Socjologiczne*, 3(226), 209–236.
31. Serrano-Guerrero, J., Olivas, J. A., Romero, F. P., and Herrera-Viedma, E. (2015). Sentiment analysis: A review and comparative analysis of web services. *Information Sciences*, 311, 18–38.
32. Sitarska-Buba, M. (2018). Architektura systemów Blockchain 2.0. Informatyka Ekonomiczna. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 4* (50).
33. Starzeński, O. (2011). *Analiza rynków finansowych*. Wydawnictwo C.H. Beck.
34. Sudarsanam, S. (2003). *Creating Value from Mergers and Acquisitions*, Challenges, Harlow. Pearson Education Ltd.
35. Swacha-Lech, M. (2010). Behavioural Aspects of Borrowers and Banks Behaviour in the Context of Reasons of Financial Crisis in USA. *Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu*.
36. Szyszka, A. (2003). *Efektywność giełdy papierów wartościowych w Warszawie na tle rynków dojrzałych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
37. Szyszka, A. (2009). *Finanse behawioralne – Nowe podejście do inwestowania na rynku kapitałowym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
38. Tabak, D., and Dunbar, F. C. (1999). Materiality and Magnitude: Event Studies in the Courtroom. *SSRN Electronic Journal*.
39. Yusoff, Y., Azlan, N., Zamzuri, N., Sufian, N., Kurniawan, S., and Hassan, R. (2023). *Areas of Technology That Helps in Combating Money Laundering: A Concept Paper. 13*.
40. Zielińska, E., and Ostrowska, E. (2013). Uwarunkowania behawioralne decyzji inwestycyjnych. *Zarządzanie i Finanse, R. 11, nr 2, cz. 4*, 489–499.
41. Zielonka, P. (2015). *Giełda i psychologia. Behawioralne aspekty inwestowania na rynku papierów wartościowych*. Warszawa: CeDeWu.

## STRONY INTERNETOWE

1. Bitcoin.org. (2023). https://bitcoin.org/pl/. [dostęp dnia 01.05.2023].
2. Coinmarketcap. (2023). https://coinmarketcap.com/charts/. [dostęp dnia 01.05.2023].
3. Dogecoin. (2023). https://dogecoin.com/. [dostęp dnia 01.05.2023].

4. Forbes. (2023). ‘Market Manipulation And Insider Trading’- Elon Musk And Tesla Are Facing A Fresh Nightmare Challenge. https://www.forbes.com/sites/digital-assets/2023/06/03/market-manipulation-and-insider-trading-elon-musk-and-tesla-are-facing-a-fresh-nightmare-challenge/?sh=5d72d8f74efa [dostęp dnia 01.05.2023].
5. Investopedia. (2023). https://www.investopedia.com/terms/c/cryptocurrency.asp. [dostęp dnia 01.05.2023].
6. JustAnotherArchivist. (2023). Snscrape: A social networking service scraper in Python. https://github.com/JustAnotherArchivist/snscrape. [dostęp dnia 01.05.2023].
7. Justia. (2022). https://dockets.justia.com/docket/new-york/nysdce/1:2022cv05037/581639. [dostęp dnia 01.05.2023].
8. Mac, R., Isaac, M., and McCabe, D. (2022). https://www.nytimes.com/2022/11/17/technology/twitter-elon-musk-ftc.html. [dostęp dnia 01.05.2023].
9. Statista. (2023). https://www.statista.com/statistics/303681/twitter-users-worldwide/. [dostęp dnia 01.05.2023].
10. tether.to. (2023). https://tether.to/en/how-it-works/. [dostęp dnia 01.05.2023].
11. The New York Times. (2023). https://www.nytimes.com/2023/04/07/technology/elon-musk-twitter-changes.html. [dostęp dnia 01.05.2023].
12. TwitterDev. (2023). https://developer.twitter.com/en/docs/counting-characters. [dostęp dnia 01.05.2023].

# TABELE

**Tabela 1**. Wyrazy kluczowe przypisane dla badanych kryptowalut ..... 33
**Tabela 2**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoin - przed wydarzeniem [w minutach]..... 35
**Tabela 3.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoin – po wydarzeniu [w minutach]..... 36
**Tabela 4.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Dogecoina ..... 37
**Tabela 5.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Dogecoin – przed wydarzeniem [w minutach] ..... 38
**Tabela 6.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Dogecoin – po wydarzeniu [w minutach]..... 38
**Tabela 7.** Skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Dogecoina ..... 39
**Tabela 8**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Bitcoina - przed wydarzeniem [w minutach]..... 40
**Tabela 9**. Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Bitcoina – po wydarzeniu [w minutach]..... 40
**Tabela 10.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Bitcoina ..... 41
**Tabela 11**. Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Bitcoina – przed wydarzeniem..... 42
**Tabela 12.** Średni wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Bitcoina – po wydarzeniu..... 43
**Tabela 13.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Bitcoina ..... 43
**Tabela 14.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Ethereum – przed wydarzeniem [w minutach] ..... 44
**Tabela 15.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Ethereum – po wydarzeniu [w minutach]..... 45
**Tabela 16.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Ethereum ..... 46
**Tabela 17.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Ethereum – przed wydarzeniem..... 46
**Tabela 18.** Średni dodatkowy wolumen obrotu (ATV) dla tweetów Ethereum – po wydarzeniu ..... 47
**Tabela 19.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Ethereum ..... 48

**Tabela 20.** Średnie wartości wskaźników interakcji dla tweetów Elona Muska odnoszących się do badanych kryptowalut oraz dla pozostałych tweetów, w latach 2019 - 2022 ..... 49

# RYSUNKI

**Rysunek 1**. Graficzna prezentacja danych w łańcuchu bloków ..... 15
**Rysunek 2.** Najczęstsze używane frazy Elona Muska na Twitterze w latach 2010 - 2022..... 31
**Rysunek 3.** Okno zdarzenia i okno estymacji w analizie zdarzeń (interwał jednominutowy) 34

# WYKRESY

**Wykres 1**. Liczba użytkowników Twittera na całym świecie w latach 2018 – 2023 oraz prognozowana liczba użytkowników na lata 2024 – 2027 [miliony]..... 14
**Wykres 2.** Kapitalizacja rynku kryptowalut w latach 2018 – 2023 [USD]..... 16
**Wykres 3.** Liczba wpisów opublikowanych przez Elona Muska na Twitterze w latach 2010 - 2022 ..... 31
**Wykres 4.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoina w oknie <- 60, 60> minut ..... 36
**Wykres 5.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Dogecoina ..... 37
**Wykres 6.** Skumulowany średni dodatkowy wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Dogecoina ..... 39
**Wykres 7.** Średnie dodatkowe stopy zwrotu (AAR) dla tweetów Dogecoina w oknie <-60, 60> minut ..... 41
**Wykres 8.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Bitcoina..... 41
**Wykres 9.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Bitcoina..... 43
**Wykres 10.** Skumulowane średnie dodatkowe zwroty (CAAR) dla tweetów Ethereum..... 46
**Wykres 11.** Skumulowany średni wolumen obrotu (CATV) dla tweetów Ethereum..... 48

# ZAŁĄCZNIKI

**Załącznik 1.**

| Lp. | Zdarzenia: | Data: | Czas: | Kryptowaluta: | Treść tweeta [wyjaśnienie]: | Suma wskaźników interakcji: | Link: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 02.04.2019 | 22:16:58 | DOGE | Dogecoin rulz [*grafika, przedstawiająca postać psa palacego papierosa, tekst: "Doge? I haven't heard that name in years."*] | 148180 | Link |
| 2 | | 02.04.2019 | 22:38:38 | DOGE | Dogecoin value may vary [*link do artykułu o Bitcoinie*] | 21901 | Link |
| 3 | 2 | 30.04.2019 | 03:15:53 | ETH | Ethereum | 112374 | Link |
| 4 | 3 | 10.01.2020 | 07:53:10 | BTC | Bitcoin is *not* my safe word | 122038 | Link |
| 5 | 4 | 18.07.2020 | 02:58:55 | DOGE | It's inevitable [*grafika przedstawiająca "dogecoin standard" zalewający "global financial system"*] | 673375 | Link |
| 6 | 5 | 20.12.2020 | 09:21:25 | BTC | Bitcoin is my safe word | 247727 | Link |
| 7 | | 20.12.2020 | 09:54:26 | BTC | [*grafika, tekst: "Me trying to live a productive live", "bitcoin"*] | 419597 | Link |
| 8 | | 20.12.2020 | 10:24:37 | BTC | Bitcoin is almost as bs as fiat money | 148353 | Link |
| 9 | 6 | 20.12.2020 | 10:30:04 | DOGE | One word: Doge | 248186 | Link |
| 10 | 7 | 25.12.2020 | 17:47:04 | DOGE | Merry Christmas & happy holidays! 🎁 [*grafika z bielizną doge*] | 237558 | Link |
| 11 | 8 | 28.01.2021 | 23:47:23 | DOGE | [*grafika, okładka magazynu "DOGUE" imitująca "VOGUE"*] | 509630 | Link |
| 12 | 9 | 04.02.2021 | 08:29:09 | DOGE | [*grafika rakiety na tle księżyca*] | 443375 | Link |
| 13 | | 04.02.2021 | 08:35:35 | DOGE | Doge | 296941 | Link |
| 14 | | 04.02.2021 | 08:57:30 | DOGE | ur welcome [*grafika, edytowana scena z Króla Lwa, w której Musk trzyma "małego Simbę" doge*] | 1099090 | Link |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | | 04.02.2021 | 09:15:26 | DOGE | Dogecoin is the people’s crypto | 637104 | Link |
| 16 | 10 | 06.02.2021 | 05:51:07 | DOGE | The future currency of Earth [Tweet - *ankieta Twitter, jako opcje do wyboru "Dogecoin to the Moooonn" i "All other crypto combined"]* | 338538 | Link |
| 17 | 11 | 07.02.2021 | 08:41:23 | DOGE | So … it’s finally come to this … [*grafika, edytowana scena z Króla Lwa, w której Musk trzyma Gene Simmons, który trzyma Snoop Dog'a, który trzyma "małego Simbę" doge*] | 858160 | Link |
| 18 | 12 | 07.02.2021 | 23:25:14 | DOGE | 🎶 Who let the Doge out 🎶 | 865894 | Link |
| 19 | | 08.02.2021 | 02:13:52 | DOGE | Ð is for Ðogecoin! [*link do video na YouTube na temat Dogecoin*] | 306176 | Link |
| 20 | 13 | 10.02.2021 | 08:18:12 | BTC | This is true power haha [grafika z Chuckiem Norrisem, tekst: "Chuck Norris can withdraw bitcoins from mt. gox"] | 200139 | Link |
| 21 | 14 | 10.02.2021 | 16:08:11 | DOGE | Bought some Dogecoin for lil X, so he can be a toddler hodler | 595318 | Link |
| 22 | 15 | 11.02.2021 | 10:08:33 | DOGE i BTC | Frodo was the underdoge, All thought he would fail, Himself most of all. [grafika z pierścieniem Bitcoin na tle notowań kryptowalut, tekst: "One coin to rule them all"] | 279299 | Link |
| 23 | 16 | 15.02.2021 | 00:25:16 | DOGE | If major Dogecoin holders sell most of their coins, it will get my full support. Too much concentration is the only real issue imo. | 367739 | Link |
| 24 | 17 | 21.02.2021 | 00:42:57 | BTC | Cryptocurrency explained [link do zabawnego wideo na YouTube na temat Bitcoina] | 175950 | Link |
| 25 | 18 | 21.02.2021 | 22:27:06 | DOGE | Dojo 4 Doge | 352493 | Link |
| 26 | 19 | 24.02.2021 | 14:00:05 | DOGE | Literally [grafika z psem na księżycu, trzymającym flagę z psem] | 622679 | Link |
| 27 | | 24.02.2021 | 14:10:13 | DOGE | On the actual moon | 184597 | Link |
| 28 | 20 | 01.03.2021 | 20:57:08 | DOGE | Doge meme shield (legendary item) {grafika z żołnierzem chroniącym Dogecoina, tekst: "dogecoin value dropping" "memes" " dogecoin"] | 298378 | Link |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | 21 | 06.03.2021 | 05:40:30 | DOGE | Doge spelled backwards is Egod | 435989 | Link |
| 30 | 22 | 12.03.2021 | 19:58:22 | BTC | BTC (Bitcoin) is an anagram of<br>TBC(The Boring Company)<br>What a coincidence! | 255155 | Link |
| 31 | 23 | 14.03.2021 | 00:40:41 | DOGE | Doge day afternoon | 187264 | Link |
| 32 | | 14.03.2021 | 00:46:16 | DOGE | Origin of Doge Day Afternoon:<br>The ancient Romans sacrificed a Dogecoin at the beginning of the Doge Days to appease the rage of Sirius, believing that the star was the cause of the hot, sultry weather. | 80742 | Link |
| 33 | | 14.03.2021 | 00:51:05 | DOGE | Why are you so dogematic, they ask [tweet wykorzystujący żart o Doge] | 253717 | Link |
| 34 | 24 | 24.03.2021 | 08:02:40 | BTC | You can now buy a Tesla with Bitcoin | 992507 | Link |
| 35 | | 24.03.2021 | 08:09:34 | BTC | Tesla is using only internal & open source software & operates Bitcoin nodes directly.<br><br>Bitcoin paid to Tesla will be retained as Bitcoin, not converted to fiat currency. | 192964 | Link |
| 36 | | 24.03.2021 | 08:10:43 | BTC | Pay by Bitcoin capability available outside US later this year | 142767 | Link |
| 37 | 25 | 01.04.2021 | 12:25:23 | DOGE | SpaceX is going to put a literal Dogecoin on the literal moon | 587792 | Link |
| 38 | 26 | 09.04.2021 | 09:32:42 | DOGE | [grafika porównuąca bakterie w naturze z bakteriami w laboratorium przy użyciu dwóch sylwetek psów] | 368450 | Link |
| 39 | 27 | 15.04.2021 | 06:33:18 | DOGE | Doge Barking at the Moon [grafika z psem szczekającym na księżyc] | 382375 | Link |
| 40 | 28 | 16.04.2021 | 19:01:25 | DOGE | 👀 [emotikona oczu pod tweetem z grafiką o Dogecoin standard z dnia 18.07.2020] | 278134 | Link |
| 41 | 29 | 28.04.2021 | 08:20:47 | DOGE | The Dogefather<br>SNL May 8 | 544802 | Link |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 30 | 07.05.2021 | 06:24:20 | DOGE | Cryptocurrency is promising, but please invest with caution! [link do wideo na YouTube, tytuł: "Elon Musk Says Dogecoin Could Be the Future of Cryptocurrency \| TMZ"] | 266579 | Link |
| 43 | 31 | 10.05.2021 | 00:41:43 | DOGE | SpaceX launching satellite Doge-1 to the moon next year<br><br>– Mission paid for in Doge<br>– 1st crypto in space<br>– 1st meme in space<br><br>To the moooooonnn!!<br><br>[link do wideo na YouTube "Dogecoin Song - To the Moon"] | 663641 | Link |
| 44 | 32 | 11.05.2021 | 10:13:35 | DOGE | Do you want Tesla to accept Doge? [ankieta Twitter, do wyboru odpowiedzi "Yes" lub "No"] | 577979 | Link |
| 45 | 33 | 13.05.2021 | 11:54:35 | BTC | Energy usage trend over past few months is insane [grafika z wykresem przedstawiającym zużycie energii przez Bitcoina w czasie] | 117867 | Link |
| 46 | 34 | 14.05.2021 | 00:45:16 | DOGE | Working with Doge devs to improve system transaction efficiency. Potentially promising. | 672400 | Link |
| 47 | 35 | 20.05.2021 | 12:41:00 | DOGE | How much is that Doge in the window? [grafika z neonowym napisem Cyberviking i banknotem dolara na laptopie z logiem Dogecoina] | 418076 | Link |
| 48 | 36 | 24.05.2021 | 21:42:36 | BTC | Spoke with North American Bitcoin miners. They committed to publish current & planned renewable usage & to ask miners WW to do so. Potentially promising. | 378461 | Link |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 49 | 37 | 24.05.2021 | 21:49:56 | DOGE | If you'd like to help develop Doge, please submit ideas on GitHub & https://t.co/liAPQMFaQB @dogecoin_devs [link do reddit: http://reddit.com/r/dogecoin/] | 234774 | Link |
| 50 | | 24.05.2021 | 22:29:33 | DOGE | Someone suggested changing Dogecoin fees based on phases of the moon, which is pretty awesome haha | 142962 | Link |
| 51 | 38 | 02.06.2021 | 09:05:02 | DOGE | Found this pic of me as a child [grafika z psem przed komputerem, tekst: "1980: I have to keep my passion hidden from the public or I'll be socialy ostracized"] | 413234 | Link |
| 52 | 39 | 04.06.2021 | 03:07:04 | BTC | #Bitcoin 💔 [emotikon zanku bitcoina, złamanego serca oraz grafika z obrażoną para - chłopakiem i dziewczyną] | 285700 | Link |
| 53 | 40 | 25.06.2021 | 04:11:52 | BTC | "That's not funny!" – Bitcoin maxis | 62849 | Link |
| 54 | 41 | 01.07.2021 | 10:43:41 | DOGE | Release the Doge! https://t.co/9bXCWQLIhu [grafika z filmu The Godfather (Ojciec chrzestny)] | 150617 | Link |
| 55 | | 01.07.2021 | 11:24:21 | DOGE | Baby Doge, doo, doo, doo, doo, doo,<br>Baby Doge, doo, doo, doo, doo, doo,<br>Baby Doge, doo, doo, doo, doo, doo,<br>Baby Doge | 410441 | Link |
| 56 | 42 | 02.07.2021 | 15:20:14 | DOGE | https://t.co/oGKHhHROQa [grafika chłopak i 3 dziewczyn siedzących na łóżku, tekst "dogecoin Polytopia"] | 231925 | Link |
| 57 | 43 | 25.07.2021 | 06:23:15 | DOGE | And finally https://t.co/TcgwMSyjAy [grafika Neo z Matrixa rozmawiajacy z dogecoinem, tekst "No, NEO. I'm trying to tell you that Dogecoin is money"] | 312494 | Link |
| 58 | 44 | 21.10.2021 | 04:41:14 | BTC i ETH | https://t.co/pCO0wNNZtz [grafika chłopak przytulony do dziewczyny, leżą na łóżku. Patrzą na wycinek z rankingu kryptowalut - BTC 69000$ oraz ETH 4,200$] | 839996 | Link |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 59 | 45 | 31.10.2021 | 19:20:50 | DOGE | Tuition is in Dogecoin & u get a discount if u have a dog | 279201 | Link |
| 60 | 46 | 14.12.2021 | 11:34:23 | DOGE | Tesla will make some merch buyable with Doge & see how it goes | 466643 | Link |
| 61 | 47 | 14.01.2022 | 07:18:50 | DOGE | Tesla merch buyable with Dogecoin | 409836 | Link |
| 62 | 48 | 25.01.2022 | 13:30:40 | DOGE | I will eat a happy meal on tv if @McDonalds accepts Dogecoin | 494847 | Link |
| 63 | 49 | 14.03.2022 | 05:11:38 | DOGE, BTC i ETH | @saylor As a general principle, for those looking for advice from this thread, it is generally better to own physical things like a home or stock in companies you think make good products, than dollars when inflation is high.<br><br>I still own & won't sell my Bitcoin, Ethereum or Doge fwiw. | 76557 | Link |
| 64 | 50 | 17.04.2022 | 23:09:42 | DOGE | Happy Easter! https://t.co/3gBFlrPOQO [Grafika psa, Dogecoin, przebranego za króliczka] | 646913 | Link |
| 65 | 51 | 27.05.2022 | 17:27:21 | DOGE | Tesla merch can be bought with Doge, soon SpaceX merch too | 229404 | Link |
| 66 | 52 | 19.06.2022 | 08:19:16 | DOGE | I will keep supporting Dogecoin | 457892 | Link |
| 67 | 53 | 01.08.2022 | 19:48:26 | DOGE | X 💜 Doges | 49128 | Link |
| 68 | 54 | 14.09.2022 | 01:04:03 | DOGE | But u have to pay in Doge | 47333 | Link |
| 69 | 55 | 12.10.2022 | 01:08:46 | DOGE | And you can pay with Doge! | 42963 | Link |
| 70 | 56 | 01.11.2022 | 05:17:24 | DOGE | 😉 https://t.co/eaIYaDRBnu [grafika z psem, dogecoin. Pies ubrany w logo Twittera] | 1109094 | Link |
| 71 | 57 | 25.12.2022 | 20:29:09 | DOGE | Merry Christmas & Good Cheer to All! https://t.co/SupTpz4bLY [grafika z psami w świątecznej oprawie. Logo Dogecoina jako Święty Mikołaj jeżdżący na psie, Dogecoin] | 560113 | Link |

## OŚWIADCZENIE AUTORA (AUTORÓW) PRACY

Świadom odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie. Wszystkie dane, istotne myśli i sformułowania pochodzące z literatury (przytoczone dosłownie lub niedosłownie) są opatrzone odpowiednimi odsyłaczami.

Praca ta w całości ani w części, która zawierałaby znaczne fragmenty przedstawione w pracy jako oryginalne, nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem tytułu zawodowego w wyższej uczelni.

Oświadczam, że tekst pracy dyplomowej wgrany do systemu APD jest identyczny z tekstem wydrukowanym złożonym w dziekanacie, o ile złożenie pracy w dziekanacie jest wymagane aktualnymi regulacjami Uczelni.

UWAGA: Oświadczenie składane w wersji elektronicznej w systemie APD

## OŚWIADCZENIE PROMOTORA

Oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została przygotowana pod moim kierunkiem i spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie tytułu zawodowego.

Jednocześnie oświadczam, że tematyka pracy jest zgodna z efektami uczenia się określonymi dla kierunku Autora pracy.

UWAGA: Oświadczenie składane w wersji elektronicznej w systemie APD