

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS**

**FINANSAI IR BANKININKYSTĖ**

**Karolina Jadevičiūtė**

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

<b>BITCOIN KAINOS VEIKSNIAI PADIDĖJUSIO NETIKRUMO LAIKOTARPIU</b>	<b>FACTORS INFLUENCING BITCOIN PRICE DURING A PERIOD OF INCREASED UNCERTAINTY</b>
---	---

**Darbo vadovas Doc. Dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė**

**Vilnius, 2024**

# TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	
ĮVADAS .....	5
1. KRIPTOVALIUTOS BITCOIN TEORINIAI ASPEKTAI .....	8
1.1 Kriptovaliutų pradžia bei esmė .....	8
1.2 Kriptovaliutos Bitcoin apžvalga .....	11
1.3 Bitcoin kainai darančių įtaką veiksnių analizė.....	15
1.4 Analizuotų autorių empiriniuose tyrimuose naudoti metodai.....	21
1.5 Bitcoin kriptovaliuta padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu .....	25
2. BITCOIN KAINOS VEIKSNIŲ PADIDĖJUSIO NETIKRUMO LAIKOTARPIU METODOLOGIJA .....	31
2.1 Bitcoin kainos svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo eiga .....	31
2.2 Pasirinkta statistinė metodika tyrimui atlikti .....	36
2. BITCOIN KAINOS VEIKSNIŲ PADIDĖJUSIO NETIKRUMO LAIKOTARPIU TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ.....	38
3.1 Pirmojo analizuojamo laikotarpio rezultatai .....	39
3.2 Covid-19 pandemijos laikotarpio rezultatai .....	45
3.3 Laikotarpio tarp pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios rezultatai .....	50
3.4 Ukrainos – Rusijos karo laikotarpio rezultatai.....	55
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	61
ŠALTINIAI.....	63
PRIEDAI.....	71

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

<b>1 lentelė.</b> Kripto valiutų bei kripto valiutų turto apibrėžimai .....	9
<b>2 lentelė.</b> Analizuotuose empiriniuose tyrimuose taikyti metodai .....	21
<b>3 lentelė.</b> Tyrime analizuojamų periodų apibrėžimai .....	33
<b>4 lentelė.</b> Išsikeltos empirinio tyrimo hipotezės .....	34
<b>5 lentelė.</b> Pirmojo laikotarpio regresinės analizės modelio rezultatai .....	39
<b>6 lentelė.</b> Pirmojo laikotarpio modelio nepriklausomų kintamųjų VIF statistika .....	40
<b>7 lentelė.</b> Pirmojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio rezultatai .....	41
<b>8 lentelė.</b> Pirmojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika .....	42
<b>9 lentelė.</b> Pirmojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica.....	42
<b>10 lentelė.</b> Antrojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai.....	45
<b>11 lentelė.</b> Antrojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai.....	46
<b>12 lentelė.</b> Antrojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika.....	47
<b>13 lentelė.</b> Antrojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica .....	49
<b>14 lentelė.</b> Trečiojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai.....	50
<b>15 lentelė.</b> Trečiojo laikotarpio naujai sudaryto regresinės analizės modelio rezultatai .....	51
<b>16 lentelė.</b> Trečiojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika.....	52
<b>17 lentelė.</b> Trečiojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica .....	53
<b>18 lentelė.</b> Ketvirtojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai.....	55
<b>19 lentelė.</b> Ketvirtojo laikotarpio naujai sudarytos regresinės analizės modelio rezultatai .....	56
<b>20 lentelė.</b> Ketvirtojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika.....	57
<b>21 lentelė.</b> Ketvirtojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica .....	58

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<b>1 paveikslas.</b> Bitcoin kainos pokyčiai laikotarpiu nuo 2013 m. iki 2023 m. ....	12
<b>2 paveikslas.</b> Bitcoin kriptovaliutos transakcijų procesas.....	13
<b>3 paveikslas.</b> Blokų sudarymo procesas.....	14
<b>4 paveikslas.</b> Bitcoin kainos veiksnių empirinio tyrimo eigos modelis.....	32
<b>5 paveikslas.</b> Bitcoin kaina skirtingų analizuojamų laikotarpių metu .....	38
<b>6 paveikslas.</b> Pirmojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai .....	43
<b>7 paveikslas.</b> Antrojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai .....	48
<b>8 paveikslas.</b> Trečiojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai .....	53
<b>9 paveikslas.</b> Ketvirtojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai .....	58

## IVADAS

**Darbo temos aktualumas.** Šiais laikais sparčiai tobulėjant technologijoms atsiranda vis daugiau naujovių atsiskaitymo srityje. Vienos iš šių naujovių yra virtualios valiutos kaip kriptovaliutos, kurios padeda vartotojams greičiau ir paprasčiau atlikti įvairius mokėjimus. Nors kriptovaliutos atsirado gana neseniai tačiau kriptovaliutų populiarumas su metais vis didėja. Kriptovaliutos yra gana neseniai atsiradusi finansų rinka, kuri labai sparčiai auga (Foroutan ir Lahmiri, 2022). Tačiau, nepaisant visų anksčiau minėtų Bitcoin sąvybių, ši kriptovaliuta turi labai nepastovius kainos svyravimus. Šiuo metu trūksta išsamių mokslinių tyrimų, kuriuose būtų išanalizuoti pagrindiniai kriptovaliutos Bitcoin kainos veiksniai tiek pastoviu, tiek padidėjusio netikrumo laikotarpiu. Kriptovaliutos keičia centralizuotą finansinę sistemą, todėl yra labai svarbu kuo geriau suprasti veiksnius, kurie galėtų turėti įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainos svyravimams. Taip pat, pasaulį sukėtus Covid-19 pandemijai bei prasidėjus Ukrainos – Rusijos kariniam konfliktui, investuotojams yra ypatingai svarbu suvokti, Bitcoin kainos veiksnius padidėjusio netikrumo laikotarpiu.

**Analizuojamos temos ištyrimo lygis.** Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksnius analizavo tokie mokslininkai kaip Al-Khazali, Bouri ir Roubaud (2018); Bejan, Bucerzan ir Crăciun (2023); Béjaoui, Mgadmi, Moussa ir Sadraoui (2021); Bouri, Azzi ir Dyhrberg (2017); Ciaian, Rajcaniova ir Kancs (2016); Dubey (2022); Erdas ir Caglar (2018); Fantazzini ir Kolodin (2020); Guizani ir Nafti (2019); Gunawan, Sinurat, Cahyadi ir Ilham (2021); Gozbasi, Altinoz ir Sahin (2021); Hayes (2017); Horra, Fuente ir Perote (2019); Ji, Bouri, Lau, Chi Keung ir Roubaud (2019); Kjørland, Khazal, Krogstad, Nordstrøm ir Oust (2018); Kristoufek (2013); Mokni ir Ajmi (2021); Penela (2022); Zhu, Dickinson ir Li (2017); Sajeev ir Afjal (2022); Wijk (2013); Grobys (2020); Matta, Lunesu ir Marchesi (2015); Verma, Sam ir Sharma (2023). Tačiau ne visi atlikti mokslinės literatūros autorių tyrimų rezultatai yra vienodi. Taip pat, dauguma mokslinių tyrimų yra atliktų prieš pandemijos laikotarpį, kadangi Covid – 19 pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo tema yra palyginus gana nauja, trūksta mokslinių tyrimų, kurie analizuotų Bitcoin kainos veiksnius šiais padidėjusio netikrumo laikotarpiais.

**Darbo naujumas.** Nors kriptovaliutos atsirado palyginus neseniai, jų populiarumas sparčiai auga kiekvieną dieną. Bitcoin yra pirmoji sukurta kriptovaliuta, kuri dabar yra viena iš populiariausių ir didžiausią rinkos kapitalizaciją turinčių kriptovaliutų net ir po šiai dienai (Corbet, Lucey, Urquhart

ir Yarovaya, 2019). Kadangi kriptovaliutos yra palyginti nauja tema mokslinės literatūros atžvilgiu, yra trūkumas tyrimų, kurie analizuotų vienos populiariausių kriptovaliutų – Bitcoin kainos veiksnius. Taip pat, ypač aktualūs yra tyrimai apie Bitcoin kainos veiksnius padidėjusio netikrumo laikotarpiu, kadangi pastaraisiais metais pasaulį sukrėtė tokie netikėti įvykiai kaip Covid – 19 pandemija bei Ukrainos – Rusijos karas, kurie paveikė viso pasaulio ekonomiką. Dėl šių priežasčių, šio tyrimo tikslas yra identifikuoti veiksnius, kurie turi įtakos Bitcoin kainai tiek prieš Covid – 19 pandemiją, tiek pandemijos metu, tiek prasidėjus Ukrainos – Rusijos karui. Šis tyrimas suteikia investuotojams naudingos informacijos apie Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksnius tiek pastoviu, tiek padidėjusio netikrumo laikotarpiu bei prisideda prie mokslinių tyrimų plėtros šioje srityje.

**Darbo problema.** Kokie veiksniai turi įtakos Bitcoin kainai padidėjusiu netikrumo laikotarpiu?

**Darbo tikslas.** Identifikuoti veiksnius, turinčius įtakos kriptovaliutos Bitcoin kainai padidėjusio netikrumo laikotarpiu.

**Darbo uždaviniai.**

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą bei atliktus empirinius tyrimus susijusius su Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksniais ir nustatyti, kokie veiksniai turi įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainos svyravimams padidėjusio netikrumo laikotarpiu.
2. Parengti Bitcoin kainos veiksnių padidėjusio netikrumo laikotarpio empirinio tyrimo metodologiją, siekiant nustatyti veiksnius, turinčius įtakos Bitcoin kainai padidėjusio netikrumo laikotarpiu.
3. Identifikuoti, kokie veiksniai turi įtakos Bitcoin kainai padidėjusio netikrumo laikotarpiu, aprašyti gautus tyrimo rezultatus ir pateikti empirinio tyrimo išvadas bei pasiūlymus.

**Darbo metodai.** Užsienio autorių mokslinės literatūros bei atliktų empirinių tyrimų sisteminė analizė, kiekybinis tyrimas, regresinė analizė, duomenų rinkimo, sisteminimo, analizės metodai.

**Darbo struktūra.** Darbas susideda iš trijų dalių, išvadų, pasiūlymų, literatūros ir šaltinių sąrašo, santraukos lietuvių ir užsienio kalba, lentelių sąrašo bei priedų. Pirmojoje dalyje analizuojama mokslinė literatūra susijusi su kriptovaliutų teoriniais aspektais, tokiais kaip kriptovaliutų pradžia, Bitcoin kriptovaliuta bei Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksnių analizė. Antrojoje dalyje apžvelgiama Bitcoin kainos veiksnių netikrumo laikotarpiu tyrimo metodologija. Trečiojoje dalyje yra atliekamas

tyrimas, siekiant įvertinti Bitcoin kainos veiksnius padidėjusiu netikrumo laikotarpiu. Taip pat, interpretuojami, palyginami bei aprašomi gauti rezultatai.

# 1. KRIPTOVALIUTOS BITCOIN TEORINIAI ASPEKTAI

Šiais laikais sparčiai tobulėjant technologijoms atsiranda vis daugiau naujovių atsiskaitymo srityje. Vienos iš šių naujovių yra virtualios valiutos kaip kriptovaliutos, kurios padeda vartotojams greičiau ir paprasčiau atlikti įvairius mokėjimus. Nors kriptovaliutos atsirado gana neseniai tačiau kriptovaliutų populiarumas su metais vis didėja. Tačiau, šiuo metu trūksta išsamių mokslinių tyrimų, kuriuose būtų išanalizuoti pagrindiniai kriptovaliutos Bitcoin kainos svyravimus sukeltantys veiksniai. Kriptovaliutos keičia centralizuotą finansinę sistemą, todėl yra labai svarbu kuo geriau suprasti veiksniai, kurie galėtų turėti įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainos svyravimams. Taip pat, pasaulį sukėtus Covid-19 pandemijai bei prasidėjus Ukrainos – Rusijos kariniam konfliktui, yra ypatingai svarbu suvokti kokią įtaką padidėjęs neūtikrintinumas turi Bitcoin kriptovaliutai. Todėl šiame darbe bus analizuojami veiksniai, kurie turi įtakos Bitcoin kainai padidėjusio neūtikrintinumo laikotarpiu. Šio darbo pirmasis skyrius analizuoja mokslinę literatūrą susijusią su virtualių valiutų - kriptovaliutų teoriniais aspektais. Šis skyrius suskirstytas į penkis poskyrius. Pirmasis poskyris apžvelgia virtualios valiutos - kriptovaliutos sampratą ir esmę. Sekančiame poskyryje atliekama vienos populiariausių kriptovaliutų – Bitcoin apžvalga. Trečiajame poskyryje yra apžvelgiama mokslinė literatūra bei atlikti empiriniai tyrimai susijusę su veiksniais, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Kvirtajame poskyryje yra apžvelgiami nagrinėtų mokslinės literatūros autorių tyrimo metodai bei atliktų empirinių tyrimų išvados. Paskutinis pirmojo skyriaus poskyris nagrinėja Bitcoin kriptovaliutą Covid-19 pandemijos laikotarpiu.

## 1.1 Kriptovaliutų pradžia bei esmė

Kriptovaliutos šiandien yra plačiai aptariamoms ir naudojamos finansų bei technologijų pasaulyje, nepaisant to, kad kriptovaliutos pradėjo egzistuoti tik keliasdešimt metų atgal. Kriptovaliuta yra virtuali valiuta, kuri neturi fizinės formos, tokios kaip banknotai ar monetos, bei, kuri yra naudojamos skaitmeniniu formatu kadangi ji yra nemateriali. Investavimas į kriptovaliutas šiais laikais tapo itin populiarus, todėl yra labai svarbu suprasti kriptovaliutų sampratą bei patį veikimo principą. Kriptovaliutų pradžia galima laikyti 2009 m., kai anoniminis asmuo arba anoniminė asmenų grupė, pasivadavusi pseudonimu „Satoshi Nakamoto“, sukūrė programinę įrangą ir pirmosios kriptovaliutos – Bitcoin blokus (Almeida ir Gonçalves, 2023). Bucerzan ir Bejan (2021) atliko tyrimą, kurio išvada, kad kriptovaliuta yra finansinis turtas. Iki tol, kol atsirado pirmoji kriptovaliuta, elektroninė prekyba internete vykdavo per tarpininkus. Tarpininkais būdavo trečiosios



šalys – bankai arba įvairios patikimos finansinės įstaigos, kurios užsiėmė elektroninių mokėjimų paslaugomis. Tokio atsiskaitymo būdo minusai yra tokie, kad yra dažnai taikomi mokesčiai už atsiskaitymus, taip pat, tarptautiniai pavedimai gali brangiai kainuoti dėl valiutos konvertavimo bei tarpininkų paslaugų ir pavedimų atlikimas gali užtrukti daug laiko dėl tarpininkų, o tai gali būti ypač nepatogu, kai norisi kuo greičiau atlikti tam tikrą mokėjimą.

Kripto valiutos yra virtualios valiutos, kurios yra tarsi alternatyva tradicinėms mokėjimų sistemoms. Kripto valiutos yra decentralizuotos, o tai reiškia, kad nereikalauja jokio tarpininkų, tokių kaip įvairių valstybinių institucijų arba centrinių bankų, įsikišimo bei tai, kad visą riziką prisiimą patys investuotojai (Härdle, Harvey ir Reule, 2020). Toks atsiskaitymo būdas yra žymiai spartesnis bei nereikalaujantis jokių papildomų išlaidų. Kripto valiutos veikia pagal „blokų grandinės“ principą, o tai užtikrina mokėjimų saugumą (Corbet, Urquhart ir Yarovaya, 2020). Dauguma kriptovaliutų turi tam tikrą nustatytą ribotą kiekį (Zimmerman, 2020), tuo tarpu tradicinės valiutos, dažnai dar vadinamos „Fiat“ valiutomis, neturi kiekio apribojimo ir gali būti neribotai spausdinamos prireikus (Tymoigne ir Wray, 2015). Lyginant kriptovaliutas su „Fiat“ valiutomis, kriptovaliutų kainos yra gana nestabilios bei vertė gali pakisti drastiškai net ir per trumpiausią laikotarpį, tuo tarpu „Fiat“ valiutų vertė yra palyginus gana stabili arba mažai svyruojanti. Kripto valiutos neturi fizinės išraiškos, o „Fiat“ valiutos turi fizinę išraišką. Taip pat, keli kriptovaliutų trūkumai, kad kriptovaliutos nėra naudojamos plačiai atsiskaitymo srityje ir ne visose vietose galima pasinaudoti galimybe atsiskaityti šia finansine priemone bei, kad kriptovaliutų transakcijos yra anonimiškos, dėl to gali atsirasti galimybė vystyti nelegaliam verslui (Foley, Karlsen ir Putniņš, 2019). 1 lentelėje aprašyta kaip mokslinės literatūros autoriai bei valstybės institucijos apibrėžia kriptovaliutą bei kriptovaliutos turta.

## 1 lentelė

### *Kriptovaliutų bei kriptovaliutų turto apibrėžimai*

<b>Šaltinis</b>	<b>Apibrėžimas</b>
Europos Centrinis Bankas (ECB), 2018	Kriptografinis turtas, skirtas veikti kaip lygiavertė mainų priemonė arba mokėjimo priemonė, dažnai vadinama „moneta“ arba „virtualiais pinigais“.
European Banking Authority (EBA), 2019	Kriptografinis turtas yra privataus finansinio turto tipas, kuris priklauso nuo kriptografijos ir yra paskirstytas naudojantis „blokų grandinės“ technologija.

## 1 lentelės tęsinys

Lietuvos Bankas, 2022	„Skaitmeninė vertės išraiška, kuri gali būti parduodama ar perduodama skaitmeniniu būdu ir panaudota mokėjimo ar investavimo tikslais.“
Nakamoto, 2008	Elektroninė mokėjimų sistema, kuri yra paremta kriptografija bei įgalina atlikti tiesioginius mokėjimus be tarpininkų.
Gupta ir kt., 2020	Kripto valiutos – virtualios valiutos, naudojančios kriptografiją, decentralizuotos, kuriomis gali keistis asmenys arba grupės.
Johnson ir kt., 2023	Kripto valiutos - virtualus turtas, kuris yra skirtas naudoti kaip virtuali mainų priemonė.

*Šaltinis:* sudaryta autorės, remiantis nurodytais šaltiniais.

Remiantis 1 lentelės duomenimis, dauguma mokslinės literatūros autorių bei valstybės institucijų kriptovaliutas apibrėžia kaip virtualius pinigus. Visuose apibrėžimuose, kurie yra pateikti lentelėje, galima matyti, kad kriptovaliuta yra paremta kriptografija (EBA, 2019; ECB, 2018; Gupta ir kt., 2020; Nakamoto, 2008) bei gali būti naudojama kaip mainų priemonė be tarpininkų (ECB, 2018; Gupta ir kt., 2020; Johnson ir kt., 2023; Lietuvos Bankas, 2022; Nakamoto, 2008). Pirmoji kriptovaliutos tranzakcija įvyko 2010 m. gegužės 22d., kai Laszlo Hanyecz as nusprenė nusipirkti dvi picas už 10 000 bitcoinų (Yermack, 2013). Ši transakcija buvo atlikta pasitelkus tarpininko pagalba, kuris gavęs kriptovaliutą atsiskaitė su picerija grynaisiais pinigais, kadangi picerija neturėjo galimybės priimti virtualios valiutos. Šiai dienai ši sumokėta suma už picas atitinka 332,44 mln. JAV dolerių.

Spartus Bitcoin kriptovaliutos vertės kilimas 2017 m. sukėlė gana didelį susidomėjimą kriptovaliutomis, o tai paskatino vis daugiau žmonių skirti daugiau dėmesio šiai investicijos galimybei. Šią dieną yra maždaug 9 tūkstančiai aktyviai prekiaujamų kriptovaliutų bei apie 420 milijonų kriptovaliutos vartotojų visame pasaulyje (Coinmarketcap, 2023). Kriptovaliutų technologijos populiarumas lemia net Centrinis bankus inicijuoti savo kriptovaliutos kūrimą (Bech ir Garratt, 2017). Pagal 2023 m. lapkričio mėnesio duomenis, vienos populiariausių ir turinčios didžiausią rinkos kapitalizaciją kriptovaliutos yra Bitcoin, Ethereum, Tether, BNB, XRP ir Solana (ibid). Šiame baigiamajame magistrinio darbe bus analizuojama vieną iš pirmųjų kriptovaliutų, kuri ir po šiai dienai yra daugiausiai dėmesio suklaukianti bei didžiausią rinkos kapitalizaciją turinti kriptovaliuta – Bitcoin.

Taigi, apibendrinant poskyrį apie kriptovaliutas galima teigti, jog kriptovaliuta yra virtuali valiuta, kuri yra tarsi alternatyva tradicinėms mokėjimų sistemoms. Kriptovaliutų pradžia galima laikyti 2009 m., kai „Satoshi Nakamoto“ sukūrė ir pirstatė pirmuosius pirmosios kriptovaliutos Bitcoin blokus. Kriptovaliutos yra decentralizuotos, o tai reiškia, kad nereikalauja tarpininkų pagalbos, veikiančios pagal blokų grandinės principą, dėl to yra užtikrintas atsiskaitymų spartumas bei saugumas. Taip pat, dauguma kriptovaliutų turi ribotą kiekį, o kriptovaliutų kainos gali svyruoti drastiškai net ir per trumpiausią laikotarpį. Dauguma mokslinės literatūros autorių bei valstybės institucijų kriptovaliutas apibrėžia kaip virtualius pinigus, kurie yra paremti kriptografija. Pastarąjį dešimtmetį kriptovaliutų populiarumas smarkiai išaugo, kad net ir Centriniai bankai yra lemiami inicijuoti savo kriptovaliutos kūrimą.

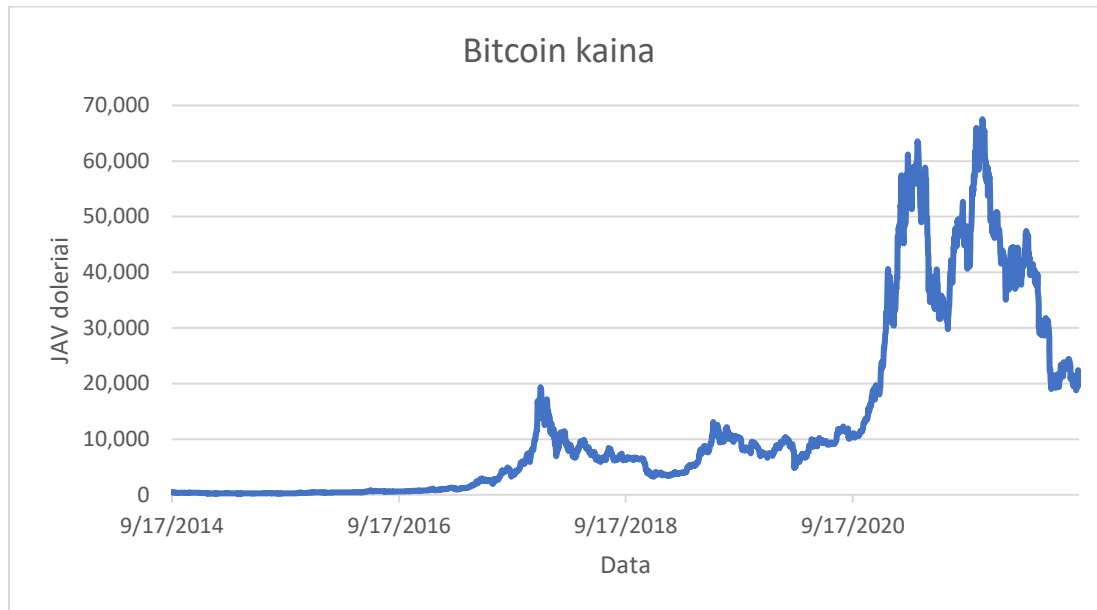
## **1.2 Kriptovaliutos Bitcoin apžvalga**

Pirmoji sukurta kriptovaliuta, kuri dabar yra viena iš populiariausių ir didžiausių rinkos kapitalizaciją turinčių kriptovaliutų net ir po šiai dienai, yra Bitcoin, trumpinys BTC (Corbet, Lucey, Urquhart ir Yarovaya, 2019). Pasak European Central Bank (2021), iš esmės, BTC yra apibrėžiamas tarsi skaitmeninis žetonas, kuris yra spekuliacinis ir neturi fizinės formos bei gali būti naudojamas kaip mainų priemonė elektroniniu būdu tačiau nėra priimtina plačiai naudoti šios kriptovaliutos atsiskaitymams. BTC nėra išleistas centrinių valdžios institucijų, dėl to, pasitikėjimo lygis lyginant su nacionaline valiuta yra mažas. Kompiuterių tinklo pagalba, ši kriptovaliuta yra išgaunama sprendžiant matematinės formules. Bitcoinas, kaip saugus prieglobstis tradiciniams finansiniams turtams, yra plačiai įvairių mokslininkų analizuojama tema bei yra dažnai vadinamas skaitmeniniu aukso ekvivalentu mokslinėje literatūroje.

Bitcoin kriptovaliuta turi ribotą kiekį – 21 mln. 2023 m. lapkričio mėnesio duomenimis, Bitcoin pasiūla siekia apie 19,545 mln. pagal blockchain.com (2023) pateiktus duomenis. Bitcoin kainos pasikeitimai nuo 2013 m. balandžio mėnesio iki 2023 m. lapkričio mėnesio yra pavaizduoti 1 paveiksle.

## 1 paveikslas

*Bitcoin kainos pokyčiai laikotarpiu nuo 2013 m. iki 2023 m.*



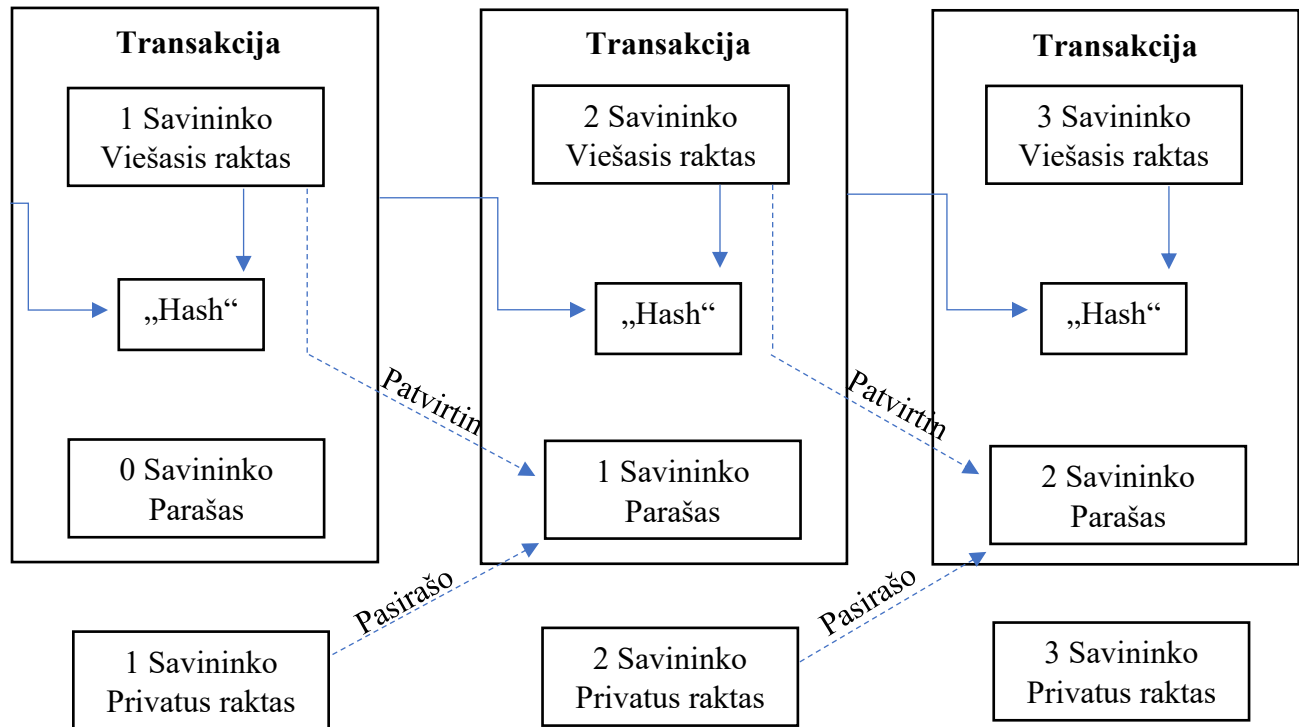
*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Investing.com (2023).*

Pateiktame paveiksle matome, kokia gali būti nepastovi Bitcoin kaina. Matome, jog Bitcoin kaina buvo šiek tiek pakilusi 2017 m. bei 2019 m. tačiau didžiausias šios kriptovaliutos kainos augimas buvo 2020 m. pabaigoje – 2021 m. pradžioje, kai kaina už vieną Bitcoin pakilo nuo 10 tūkstančių USD iki maždaug 60 tūkstančių USD. Didžiausią kainą ši kriptovaliuta turėjo 2022 m. Nuo 2022 m. sausio mėnesio pastebimas kainos smukimas iki lapkričio mėnesio, o vėliau šios kriptovaliutos kaina vis po truputį kilo.

Kiekvienos kriptovaliutos išgavimas (*angl.* mining), kitaip dar gali būti vadinamas kasimu, yra skirtingas, o tai priklauso nuo kriptovaliutų technologinių aspektų. Bitcoin kriptovaliutos išgavimas yra procesas, kurio metu pasitelkus galingą kompiuterinę įrangą, kurioje yra integruotos ASIC mikroschemos, vyksta naujų blokų kūrimas ir patvirtinimas, o taip pat, šių mikroschemų pagalba, kūrimas vyksta sparčiau bei sunaudojant mažiau energijos (De Vries, 2023). BTC išgavimas yra grindžiamas blokų grandinės technologija. Vykstant kasimo procesui, prie jau esančių Bitcoino blokų susikuria nauji blokai, kurie vėliau prisijungia prie jau sukurtų blokų. 2 paveiksle yra pavaizduota Bitcoin kriptovaliutos transakcijos procesas blokų grandinės technologijos pagalba.

## 2 paveikslas

### Bitcoin kriptovaliutos transakcijų procesas



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Nakamoto (2008).

Nakamoto (2008) elektroninę monetą apibrėžia kaip grandinę, kuri yra sudaryta iš skaitmeninių parašų. Kiekviena moneta turi savo savininką, kuris, norėdamas perduoti monetą kitam savininkui, turi virtualiai pasirašyti ankstesnio sandorio „hashą“ – kriptografijos elementą, kuris yra tarsi skaitmeninis parašas bei kurį sukuria sudėtinga matematinė funkcija, savo privačiu raktu (tai yra slaptas raktas, kuris yra susijęs su viešuoju raktu, kurį turi tik šio rakto savininkas), o pasirašius, prie kriptografijos prisijungia ir naujo savininko viešasis raktas (tai yra toks raktas, kuris yra naudojamas kaip adresas, kurį žino visi tinklo vartotojai ir į kurį yra siunčiami kriptovaliutos vienetai), o tada moneta persiveda kitam savininkui. Šis transakcijos būdas leidžia naujam savininkui patikrinti buvusius šios monetos savininkus. Visas šis transakcijos procesas sukuria naują bloką, kuris prisijungia prie jau esamo bloko, o šie bloką prisijungimai tarpusavyje sukuria nuolat ilgėjančią grandinę.

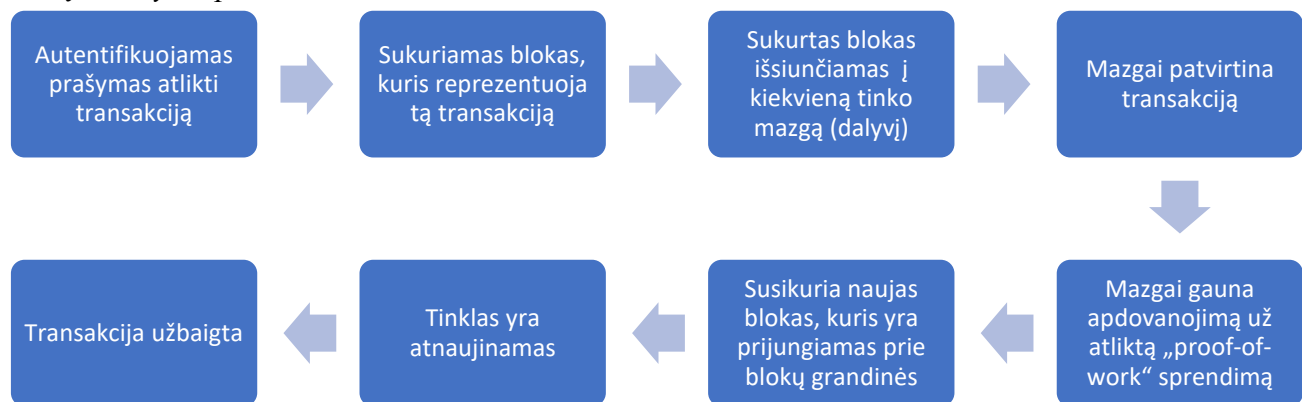
Pasak Nakamoto (2008), šių transakcijų metu gali kilti dvigubo monetos išleidimo problema. Naujas savininkas negali patikrinti ar turima moneta nebuvo dubliuota. Dėl šios priežasties, kad išvengtų dvigubo monetos išleidimo problemos, moneta, po kiekvienos įvykusios transakcijos grįžta

į tą kompiuterį, kurio pagalba ji buvo išgauta. Tik pradinei monetai grįžus į pradinį kompiuterį yra išleidžiama nauja moneta. Kad neatsirastų dvigubo monetos išleidimo problemos ir, kad nereikėtų tarpininko, kuris tikrintų kiekvienos monetos transakcijas, visos transakcijos yra visiems viešai prieinamos. Tai reiškia, kad kiekvienas tinklo dalyvis gali peržiūrėti ir patikrinti kiekvieną transakciją. Taip, dabartinis savininkas užsitikrina, kad moneta nebuvo dvigubai išleista, nes turi galimybę matyti kiekvienos monetos istoriją. Bitcoin kriptovaliuta, taip pat, turi ir duomenų bazę, kurioje yra saugomos laiko žymos, kurios yra susijusios su transakcijos bloko kriptografija. Ši kriptografija bei yra viešai skelbiama, kaip įrodymas, apie transakcijų įvykimo laiką. Tokiu būdu yra sukuriamas grandinės efektas.

Svarbiausia blokų grandinės tinklo dalis yra „proof-of-work“ mechanizmas, kuris yra grindžiamas sudėtingų uždavinių sprendimu bei kurio tikslas yra, kad visos transakcijos būtų patvirtintos ir pridėtos prie blokų grandinės (Sapra, Shaikh, ir Dash, 2023). Šis mechanizmas reikalauja, kad visi tinklo dalyviai saugotų atliktų transakcijų kopijas, o tai apima kiekvienos atskiros transakcijos informacijos užfiksavimą. Šis mechanizmas užtikrina transakcijų patikimumą bei blokų grandinės saugumą, kadangi norint pakeisti bloką, reikia pakeisti visus po šio bloko einančius blokus grandinėje, toks procesas būtų pakankamai ilgas ir sudėtingas (Nakamoto, 2008). Taip pat, „proof-of-work“ mechanizmas turi savų trūkumų. Pagrindinis šio mechanizmo minusas, kad jis skatina konkurenciją tarp Bitcoin kasėjų, yra stengiamasi kuo greičiau išspręsti sudėtingą uždavinį, kad gauti bloko apdovanojimą, o tai lemia kuo daugiau dalyvių varžytis tarpusavyje. Su kiekvienu nauju kasėju Bitcoin bloko grandinės naudojamos energijos kiekis vis didėja (Sarkodie, Amani, Ahmed ir Owusu, 2023). 3 paveiksle pavaizduota kaip vyksta blokų sudarymas:

### 3 paveikslas

#### *Blokų sudarymo procesas*



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis *Euromoney Learning* (2020).

Pateiktas decentralizuotas blokų grandinės proceso modelis parodo, kaip blokų grandinė užtikrina transakcijų saugumą ir vientisumą. Kiekviena nauja transakcija yra patvirtinama tinklo mazgų, tada atlieka „proof-of-work“ uždavinio sprendimą ir taip sukuria bloką, kuris vėliau yra pridamas prie grandinės. Šio proceso dėka yra užtikrinta, kad visi tinkle esantys mazgai turėtų vienodą informaciją, o tai padidina blokų grandinės patikimumą. Taip pat, šio proceso dėka, transakcijos vyksta sparčiai ir efektyviai.

Taigi, apibendrinant galima teigti, kad Bitcoin yra pirmoji kriptovaliuta pasaulyje, kuri net ir po šiai dienai yra viena iš populiariausių bei didžiausių rinkos kapitalizaciją turinčių kriptovaliutų. Ši kriptovaliuta yra išgaunama prendažiant sudėtingas matematinės formules naudojant blokų grandinės metodą. Svarbiausia blokų grandinės tinklo dalis yra „proof-of-work“ mechanizmas, kuris yra grindžiamas sudėtingų uždavinių sprendimu bei kurio tikslas yra, kad visos transakcijos būtų patvirtintos ir pridėtos prie blokų grandinės. Taip pat, anonimiškumas ir saugumas transakcijų metu yra užtikrinamas pasitelkus kriptografiją. Šis metodas yra ganėtinai sudėtingas tačiau užtikrina transakcijų spartumą bei patikimumą. Šis modelis yra decentralizuotas, todėl nereikalauja jokio tarpininko.

### **1.3 Bitcoin kainai darančių įtaką veiksnių analizė**

Bitcoin, kaip viena populiariausių ir didžiausių rinkos kapitalizaciją turinčių virtualių valiutų, sulaukia daug investuotojų dėmesio. Padidėjęs Bitcoin populiarumas ir sėkmė paskatino naujų kriptovaliutų atsiradimą. Visos šios alternatyvios kriptovaliutos yra vadinamos „Altcoins“. Vieni iš alternatyvių kriptovaliutų pavyzdžių yra Ethereum, Ripple, Litecoin bei Cardano. Vienos iš alternatyvių kriptovaliutų yra sukurtos, kad pagerinti ir pakeisti Bitcoin trūkumus, kitos yra pritaikytos prie skirtingų panaudojimo atvejų bei inovacijų. Tačiau nei viena iš visų šių naujų kriptovaliutų nesugebėjo išpopuliarėti ar savo rinkos kapitalizacija aplenkti pirmosios kriptovaliutos. Kaip buvo minėta pirmajame poskyryje, Bitcoin kriptovaliuta yra decentralizuota bei paremta kriptografija. Tačiau, nepaisant visų anksčiau minėtų Bitcoin savybių, ši kriptovaliuta turi labai nepastovius kainos svyravimus. Siekiant investuotojams kuo geriau suprasti Bitcoin kainos svyravimus bei pasiekti maksimalios grąžos, yra labai svarbu žinoti veiksnius, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai tiek pastoviu, tiek padidėjusio neuztikrintinumo laikotapiu. Todėl, šiame poskyryje bus nagrinėjami įvairių mokslininkų empiriniai tyrimai, kurie analizuoja bei nustato pagrindinius veiksnius, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainos svyravimams.

Paklausa ir pasiūla yra vieni iš pagrindinių vidinių veiksnių, kurie turi gana didelę įtaką Bitcoin kainai ir jos svyravimams. Bitcoin kriptovaliutos pasiūla yra ribota (21 mln.), o tai reiškia, kad esant didelei paklausai, kuo mažiau Bitcoino vienetų yra likę iškastų, tuo didesnė šios kriptovaliutos kaina gali būti. Mokslininkai, tokie kaip Ciaian ir kt. (2016), analizavo kaip paklausa ir pasiūla veikia Bitcoin kriptovaliutos kainą. Tyrimo metu nustatyta, jog tiek pasiūla, tiek paklausa turi įtakos Bitcoin kainai tačiau autoriai taip pat nustatė, kad paklausos veiksnys (pvz. transakcijų skaičius, adresų skaičius) turi didesnę įtaką Bitcoin kainai negu pasiūlos faktorius (pvz. Bitcoin skaičius) kadangi Bitcoin turi ribotą pasiūlą. Pasak tyrimo rezultatų, Bitcoin kriptovaliutos atsargų padidėjimas daro spaudimą Bitcoin kainai, o Bitcoin paklausos padidėjimas lemia šios kriptovaliutos kainos kilimą.

Kaip buvo minėta anksčiau, Bitcoin kriptovaliutos pasiūla yra ribota (21 mln.). Todėl pasiūlos ir paklausos faktoriai yra labai svarbūs veiksniai, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Kuo daugiau Bitcoin kriptovaliutos yra išgauta, tuo yra sunkiau kasėjams išgauti likusius vienetus. Taip pat, padidėja ir išgavimo kaštai. Kadangi pasiūla su laiku darosi vis mažesnė, todėl Bitcoin kaina gaunasi vis didesnė ir didesnė. Bitcoin Dubey (2022) savo straipsnyje siekė identifikuoti veiksnius, kurie turi įtakos Bitcoin kainai. Naudodamas 2014 m. – 2021 m. duomenis bei atlikdamas atsitiktinių efektų metodo regresiją ir Grangerio testą autorius nustatė, kad pagrindiniai veiksniai, kurie turi įtakos Bitcoin kainai ilguoju laikotarpiu yra naftos kaina, Bitcoin pasiūla, prekybos apimtys ir rinkos kapitalizacija. Tuo tarpu, trumpuoju laikotarpiu analizuojamos kriptovaliutos kainai turi įtakos tik rinkos kapitalizacija ir naftos kainos. Pasak atlikto tyrimo rezultatų, Bitcoin kaina bei pasiūla yra tarpusavyje atvirkščiai susiję. Tai reiškia, kad padidėjus Bitcoin pasiūlai, šios kriptovaliutos kaina krinta, kadangi, kai Bitcoin kriptovaliutos pasiūla yra gana didelė, tai ji atitinka paklausą, o tai ir lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Ir atvirkščiai, kai Bitcoin paklausa yra didesnė nei pasiūla, dalis paklausos lieka nepatenkinta, todėl šios kriptovaliutos kainos didėja. Todėl galima teigti, kad Bitcoin pasiūlos didėjimas neigiamai veikia Bitcoin grąžą. Taip pat, Hayes (2017) naudodamas regresijos modelį atliko empirinį tyrimą apie kriptovaliutų vertę. Tyrimo rezultatai parodė, jog kriptovaliutos rinkos kaina yra nustatoma pagal Bitcoin paklausos ir pasiūlos dydį. Skirtingai nuo prekių, kurių pasiūla gali prisitaikyti prie esamos rinkos paklausos, Bitcoin pasiūla yra pakankamai stabili, todėl yra gana sunku ją pakeisti. Autoriaus atliktas tyrimas atitinka Dubey (2022) atlikto tyrimo rezultatus, kad kai paklausa padidėja ir kasėjai negali pakankamai išgauti Bitcoinų, rinkos kaina gali padidėti, o gamybos sąnaudos nesikeičia. Taip pat, autoriai Bejan ir kt. (2023) irgi teigia, Bitcoin pasiūla yra tiesiogiai proporcinga šios kriptovaliutos kainai kadangi šios kriptovaliutos pasiūla yra baigtinė. Vadinasi, kuo daugiau



Bitcoinų yra išgauta, tuo didesnė šios kriptovaliutos kaina gali būti. Pasak Gandal, Hamrick, Moore ir Oberman (2018) kasėjų lūkesčiai irgi turi įtakos Bitcoin kainai, kadangi kasėjai atlieka labai svarbią kriptovaliutos išgavimo funkciją. Kai Bitcoinų kaupimas didėja, kasėjai turi teigiamus lūkesčius ir nori išgauti daugiau Bitcoinų. Todėl, dėl spekuliacijų, gali padidėti šios kriptovaliutos paklausa. Horra ir kt. (2019) teigia, kad daugiau negu 70 procentų kasdienių Bitcoin kriptovaliutos transakcijų priklauso nuo spekuliacijų. Autoriai patvirtina ankstesnę išvadą, jog Bitcoin kriptovaliutos pasiūlai sumažėjus, išaugs paklausa, kuri bus didesnė už paklausą ir kainos pradės kilti. Taigi, apibendrinant galima teigti, kad visų analizuotų autorių atlikti empiriniai tyrimai patvirtina, jog egzistuoja atvirkštinis ryšys tarp Bitcoin pasiūlos ir kainos. Didėjant Bitcoin paklausa didėja, tai šios kriptovaliutos kaina didėja, o jeigu paklausa mažėja, tai tada kaina atitinkamai mažėja. Taip pat, Bitcoin kaina gali keistis ir dėl likusio neišgauto Bitcoin kriptovaliutos skaičiaus. Kuo mažiau yra likę neišgautų šios kriptovaliutos vienetų, tuo kaina tampa didesnė.

Pasak kai kurių anksčiau atliktų tyrimų, koreliacija tarp Bitcoin ir JAV dolerio yra pakankamai didelė bei neigiamai reikšminga, todėl Bitcoin kriptovaliuta yra panaši į JAV dolerį (Kwon, 2020). Šis statistiškas reikšmingumas parodo, jog Bitcoin galima laikyti tam tikra valiuta bei investiciniu turtu. Taip pat, ši koreliacija patvirtina, kad Bitcoin kriptovaliuta gali egzistuoti kaip alternatyvus finansinis instrumentas JAV doleriui ar net akcijų rinkai. Autoriai, tokie kaip Mokni ir Ajmi (2021) analizavo ar egzistuoja ryšys tarp penkių populiariausių kriptovaliutų, tarp jų – Bitcoin, bei JAV dolerio indekso prieš COVID-19 bei pandemijos laikotarpio metu. Tyrimui atliktu buvo naudotas Granger priežastingumo ryšio testas. Pasak šio atlikto tyrimo rezultatų, pandemijos metu analizuojamų kriptovaliutų daromas poveikis JAV doleriui žymiai padidėjo kadangi ši atsiskaitymo priemonė yra saugesnė neapibrėžtumo laikotarpiu. Taip pat, pastebimas ryškus COVID-19 pandemijos poveikis tiek JAV dolerio, tiek kriptovaliutų kainų prognozavimui. Pandemijos laikotarpiu kriptovaliutos parodė stiprią prognozavimo galią, o JAV doleris prarado prognozavimo galias visoms analizuojamoms kriptovaliutomis esant normalioms sąlygoms arba kainų nuosmukio metu. Tyrimo metu nustatyta, kad pandemijos metu kriptovaliutų pabrangimas arba nuvertėjimas turi tiesioginę įtaką JAV doleriui, kuris atitinkamai irgi pabrangsta arba nuvertėja sekančią dieną. Autoriai tokie kaip Zhu ir kt. (2017) analizavo ekonominius veiksnius, kurie turi įtakos Bitcoin kainai, tarp šių veiksnių – JAV dolerio indeksas. Tyrimo metu nustatyta, kad JAV dolerio indeksas yra statistiškai reikšmingas bei, kad egzistuoja ryšys tarp šio indekso bei Bitcoin kriptovaliutos. Taip pat, padaryta išvada, jog JAV doleris neigiamai veikia Bitcoin kriptovaliutą.

Zhu ir kt. (2017) savo tyrime nustatė, jog Bitcoin vertei turi įtakos ne tik JAV dolerio indeksas, bet ir Dow Jones Industrial average indeksas (DJIA). Šis indeksas parodo 30 didžiausių JAV bendrovių akcijų vertės pokyčius bei, kurio vertė yra nustatoma JAV doleriais. Šis indeksas taip pat dauguma mokslininkų naudoja šį indeksą kaip finansinį rodiklį skirtą vertinti JAV ekonominę situaciją. Tyrimo metu nustatyta, kad egzistuoja ryšys tarp šio indekso bei Bitcoin. Taip pat, DJIA indeksas turi ne tik ilgalaikį poveikį Bitcoin vertei, bet ir veikia šios kriptovaliutos kainą trumpuoju laikotarpiu. Šis indeksas turi neigiamą poveikį Bitcoin vertei ilguoju laikotarpiu. Pagal tyrimo rezultatus, Dow Jones yra antras veiksnys po JAV dolerio indekso, kuris turi didelę įtaką Bitcoin kriptovaliutos vertei. Taip pat, šio Dow Jones Industrial average indekso įtaką Bitcoin kriptovaliutos kainai analizavo Wijk (2013). Autorius nustatė, kad ir ilguoju, ir trumpuoju laikotarpiu šis indeksas teigiamai veikia Bitcoin vertę. Pasak autoriaus, jeigu būtų priimta prielaida, kad šis indeksas atspindi šalies ekonominę būklę, tai būtų galima teigti, kad Bitcoin vertė teigiamai koreliuoja su JAV ekonomika. Taip pat, autorius nustatė, kad DJIA yra vienintelis kintamasis iš visų tiriamų, kuris trumpuoju laikotarpiu turi gana didelį ir reikšmingą poveikį Bitcoin kainai kadangi matosi gana didelė koreliacija tarp Bitcoin vertės bei DJIA indekso pokyčio. Nustatyta, kad jeigu DJIA vertė pakinta, tai atsitinka tam tikras įvykis, dėl kurio kinta ir Bitcoin paklausa bei vertė. Todėl, autorius padarė išvadą, kad DJIA indeksas yra susietas su Bitcoin verte analizuojant tiek ilgąjį, tiek trumpąjį laikotarpį. Tačiau Sajeev ir Afjal (2022) naudojant Garch modelį nutatė, kad Covid-19 pandemijos metu tarp Bitcoin bei DJI egzistavo nesimetriskas volatilumas bei neigiama koreliacija, tai reiškia, kad vieno kintamojo vertės sumažėjimas arba padidėjimas neturi įtakos kito kintamojo vertei.

Taurieji metalai, pavyzdžiui auksas, taip pat gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Auksas kaip ir Bitcoin kriptovaliuta yra viena iš tarptautinių mokėjimo priemonių. Tiek auksas, tiek Bitcoin nėra valdomi vyriausybės bei tiek aukso, tiek Bitcoin vertė atsiranda iš to, kad yra reti bei, kad juos yra sunku ir brangu išgauti. Šios savybės leidžia auksui ir Bitcoin saugoti savo vertę nors yra klasifikuojami kaip prekė (Kwon, 2020). Autoriai kaip Bouri ir kt. (2017) analizavo gražos bei kainos svyravimo santykį tarp Bitcoin kriptovaliutos ir aukso. Tyrimas buvo atliekamas naudojantis asimetriniu Garch modeliu, o tyrimo rezultatai parodė, kad Bitcoin, kaip ir auksas, turi saugau prieglobsčio savybę. Autorių Ji ir kt. (2019) teigimu, Bitcoin gali būti naudojama kaip pakaitalas auksui, kadangi aukso kainos padidėjimas lemia Bitcoin kriptovaliutos paklausos sumažėjimą. Pagrindinis skirtumas tarp aukso ir Bitcoin yra tas, kad Bitcoin kriptovaliuta yra nematerialus turtas, kuris egzistuoja tik virtualioje aplinkoje. Fantazzini ir Kolodin (2020) savo tyrime analizavo veiknius, tarp jų ir auksą, kurie gali turėti įtakos Bitcoin vertei. Tyrimo rezultatai parodė, kad tiek auksas, tiek

Bitcoin turi panašumų kadangi abu turi silpną koreliaciją su atsargų rinkomis bei turis ribotą kiekį. Tačiau tyrimo rezultatai neaptiko statistiško reikšmingumo tarp tiriamųjų. Taip pat, yra autorių, kurie nesutinka su teiginiu, kad Bitcoin ir auksas turi panašumų bei ryšį tarpusavyje. Pavyzdžiui, Al-Khazali ir kt. (2018) atliko tyrimą naudojantis Garch modeliu ir nustatė, jog veiksmų tokių, kaip teigiamos arba neigiamos makroekonominės naujienos, poveikis yra stipresnis auksui negu Bitcoin kriptovaliutai. Taip pat, autoriai patvirtino, kad auksas turi saugumo prieglobsčio savybes nestabiliu laikotarpiu, o tai reiškia, kad gali išlaikyti savo vertę ar netgi ją padidinti. Tuo tarpu, Bitcoin, skirtingai negu auksas, į teigiamas arba neigiamas makroekonominės naujienas reaguoja ne pagal saugaus prieglobsčio apibrėžimą.

Fantazzini ir Kolodin (2020) tyrė ne tik kaip auksas paveikia Bitcoin kainą, bet ir kaip hashrate paveikia Bitcoin kainą. Hashrate yra Bitcoin skaičius, kurį išgauna šios kriptovaliutos kasėjai greitai išsprendę sudėtingus matematinius uždavinius. Hashrate parodo viso tinklo galingumą, tad atitinkamai, kuo aukštesnė reikšmė, tuo yra didesnis tinklo saugumas ir atvirškiai. Autorių atliktame tyrime hashrate atspindėjo produkcijos kaštai. Tyrimo metu nebuvo nustatytas ryšys tarp hashrate ir Bitcoin, bet buvo nustatyta, kad hashrate seka Bitcoin kainos svyravimus, bet jų nenulemia. Autoriai Kjærland ir kt. (2018) taip pat padarė išvadą, kad hashrate reikšmės didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei nustatė, kad labiau Bitcoin kaina turi įtakos hashrate. Šiuo atveju, Bitcoin kainos padidėjimas atitinkamai padidins ir išgavimo kaštų kainą. Bitcoin kainai didėjant, atsiranda vis daugiau kasėjų, o esami kasėjai padidina savo skaičiavimo galią, dėl to pelnas siekia nulį, o kai Bitcoin kaina nukrinta, esami kasėjai sumažina savo skaičiavimo pajėgumus. Tačiau yra autorių, kurie patvirtina hashrate įtaką Bitcoin kainai. Penela (2022) analizavo, kokie veiksniai turi įtakos Bitcoin kainai COVID-19 pandemijos metu. Tarp tiriamųjų buvo hashrate, kasimo sunkumai, kainų svyravimo indeksas, Google paieška bei transakcijų kaštai. Nustatyta, jog hashrate turi įtakos Bitcoin kainai. Taip pat, Guizani ir Nafti (2019) analizavo Bitcoin kainos svyravimus ir veiksmus, kurie gali turėti įtakos šiems svyravimams. Autoriai išsikėlė hipotezę, jog hashrate turi teigiamos įtakos Bitcoin kainai. Atlikus analizę, ši autorių išsikelta hipotezė patvirtino. Tyrimo rezultatai parodė, kad hashrate teigiamai veikia Bitcoin kainą.

S&P 500 yra vienas iš populiariausių akcijų indeksų, kuris apima apie 500 didžiausių JAV bendrovių, kurios yra listinguojamos akcijų biržoje. Kai kurie mokslininkai, kaip Gozbasir ir kt. (2021), sieja šį indeksą su Bitcoin kaina. Autoriai tyrinėjo kaip įvairūs kintamieji, tarp jų ir S&P 500, veikia Bitcoin kainą. Tyrimo metu nustatyta, jog tiek trumpuoju laikotarpiu, tiek ilguoju laikotarpiu S&P 500 akcijų indeksas teigiamai veikia Bitcoin kainą. Taip pat, autoriai nustatė, jog Bitcoin

kripto valiutos kaina tiesiogiai koreliuoja su akcijų rinka. Akcijų rinkos augimas lemia teigiamus lūkesčius apie finansų rinkas tarp investuotojų, o dėl to, padidėja Bitcoin kripto valiutos paklausa. Fantazzini ir Kolodin (2020) tyrė veiksnius, turinčius įtakos Bitcoin kainai, tarp šių veiksnių - S&P 500 akcijų indeksas. Tyrimo metu nustatyta, kad šis akcijų indeksas turi labai silpną įtaką Bitcoin kainos svyravimams. Gunawan ir kt. (2021) analizavo ryšį tarp JKSE, S&P 500, aukso kainų bei Bitcoin kainų Covid-19 pandemijos laikotarpiu. Tyrimo metu nustatyta, jog Bitcoin kaina turi įtakos S&P 500 akcijų indeksui tačiau S&P 500 akcijų indeksas neturi įtakos Bitcoin kainai. Taip pat, autoriai, kaip Erdas ir Caglar (2018), analizavo ryšį tarp Bitcoin kripto valiutos ir S&P 500 akcijų indekso. Tyrimo metu naudojo duomenis nuo 2013 m. lapkričio iki 2018 m. liepos mėnesio. Analizės rezultatai parodė, kad egzistuoja priežastingumo ryšys tarp Bitcoin ir S&P 500. Nustatyta, jog Bitcoin kainos pokyčiai turi įtakos investuotojų priimamiems sprendimams dėl S&P 500. Grobys (2020) analizavo koreliaciją tarp S&P 500 akcijų indekso bei Bitcoin kainos prieš Covid-19 pandemiją bei pandemijos metu. Tyrimo rezultatai parodė, kad prieš pandemiją, tarp Bitcoin kripto valiutos ir S&P 500 nekoreliavo tarpusavyje. Tuo tarpu, Covid-19 pandemijos laikotarpiu, Bitcoin bei S&P 500 koreliacija tapo statistiškai reikšminga bei teigiama. Autorius priėmė išvadą, kad Bitcoin kripto valiuta pandemijos metu praranda saugaus prieglobsčio savybes.

Pasak kai kurių tyrimų, „Google Trend“ paieškos rezultatai ir įvairios užklausos, kurios yra susijusios su Bitcoin kripto valiuta, gali būti vieni iš veiksnių, kurie turi įtakos Bitcoin kainos svyravimams. „Google Trend“ yra įrankis, kurio pagalba galima surinkti informaciją apie atliktas paieškas tam tikra tema už pasirinktą laikotarpį bei pateikti paieškų svyravimo analizę. Mokslininkai Matta ir kt. (2015) analizavo ryšį tarp Bitcoin kainos svyravimų ir „Google Trend“ Bitcoin paieškų skaičiaus. Nustatyta, kad kintamieji koreliuoja tarpusavyje bei, kad yra galimybė prognozuoti Bitcoin kainos svyravimus. Taip pat, nustatyta, kad pozityvūs pranešimai leidžia prognozuoti Bitcoin kainą apie tris ar keturias dienas į priekį. Verma ir kt. (2023) naudodami Pirsono koreliaciją ir regresijos metodą tyrė ryšį tarp kripto valiutų grąžų, tarp jų ir Bitcoin grąžų, bei „Google Trend“ paieška. Pasak tyrimo rezultatų, Bitcoin grąžos svyravimai yra tiesiogiai susiję su „Google Trend“ paieška. Investuotojai, ieškodami informacijos susijusios su Bitcoin, lemia Bitcoin kainos didėjimą, lemia Bitcoin grąžos svyravimus bei padidina prekybos apimtis. Ciaian ir kt. (2016) analizavo veiksnius, kurie turi įtakos Bitcoin kainai. Tyrimo išvada, kad „Google Trend“ paieškų skaičius turi įtakos Bitcoin. Padidėjus „Google Trend“ paieškų skaičiui, Bitcoin kripto valiutos kaina irgi padidėja. Kristoufek (2013), tirdamas ryšį tarp virtualių valiutų (pagrindė Bitcoin) ir „Google Trend“, priėmė išvadą, tokią pat kaip Ciaian ir kt. (2016). Taip pat, Bėjaoui ir kt. (2021) tyrė ryšį tarp Bitcoin kainos,

socialinių tinklų bei Covid-19 pandemijos. Tyrimo metu nustatyta, jog Covid-19 pandemija paskatino investuotojus labiau domėtis ir investuoti į alternatyvias finansines priemones, pavyzdžiui Bitcoin. Taip pat, pagrindė, kad egzistuoja ryšys tarp Bitcoin kainos svyravimų bei „Google Trend“ paieškos susijusios su Bitcoin. Autorius priėmė tyrimo išvadą, jog tarp šie kintamieji teigiamai koreliuoja tarpusavyje. Tai reiškia, kad padidėjus „Google Trend“ paieškų skaičiui, kurios yra susijusios su Bitcoin, taip pat, padidėja ir Bitcoin kaina ir priešingai, sumažėjus paieškų skaičiui, sumažėja ir tiriamos kriptovaliutos kaina.

Taigi, apibendrinant poskyrį apie Bitcoin kriptovaliutos kainą lemiančius veiksnius, galima teigti, kad analizuojami autoriai savo atliktuose empiriniuose tyrimuose įvardijo tokius veiksnius kaip kriptovaliutos paklausa ir pasiūla, JAV doleris, Dow Jones Industrial average indeksas, taurieji metalai, tokie kaip auksas, hashrate, S&P 500 bei „Google Trends“, kurie turi įtakos Bitcoin kainos svyravimams. Taip pat, analizuojant skirtingus autorių tyrimus nustatyta, jog vieni autoriai Bitcoin kriptovaliutą laiko kaip atliekančią saugaus prieglobsčio funkciją, o kiti teigia, kad Covid-19 pandemijos metu, ši kriptovaliuta prarado savo saugaus prieglobsčio savybes. Todėl yra teigiama kai kurių autorių, kad neužtikrinto laikotarpio metu Bitcoin nebėra saugi investicija.

#### 1.4 Analizuotų autorių empiriniuose tyrimuose naudoti metodai

Šiame darbe nustatyta, kad pagrindiniai veiksniai, kurie turi įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainos svyravimams yra kriptovaliutos paklausa ir pasiūla, JAV doleris, Dow Jones Industrial average indeksas, taurieji metalai, tokie kaip auksas, hashrate, S&P 500 ir „Google Trends“. Šiame poskyryje bus nagrinėjami analizuotų mokslinių tyrimų autorių taikyti tyrimo metodai siekiant kuo geriau juos suprasti ir įvertinti. 2 lentelėje yra pateikti analizuoti autoriai, šių autorių taikytas tyrimo metodas, veiksniai bei išvados.

#### 2 lentelė

*Analizuotuose empiriniuose tyrimuose taikyti metodai*

ŠALTINIS	METODAS	IŠVADA
<b>Pasiūla ir paklausa</b>		
Ciaian ir kt. (2016)	VAR modelis	Paklausos ↑ lemia Bitcoin kainos ↑ Pasiūlos ↑ lemia Bitcoin kainos ↓
Dubey (2022)	Regresinė analizė	
Hayes (2017)	Regresinė analizė	

**2 lentelės tęsinys**

Bejan ir kt. (2023)	ARIMA	Pasiūlai ↓ paklausa ↑, todėl Bitcoin kaina ↑ Pasiūlai ↑ paklausa ↓, todėl Bitcoin kaina ↓
Horra ir kt. (2019)	ADF testas ir Regresinė analizė	
<b>JAV doleris</b>		
Mokni ir Ajmi (2021)	Grangerio priežastingumo testas ir kvantilinė regresija	JAV doleris ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑ JAV doleris ↓, tai ir Bitcoin kaina ↓
Zhu ir kt. (2017)	VEC modelis	JAV doleris ↑, tai ir Bitcoin kaina ↓ JAV doleris ↓, tai ir Bitcoin kaina ↑
<b>Dow Jones Industrial average indeksas (DJIA)</b>		
Wijk (2013)	ECM	DJIA ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑
Sajeev ir Afjal (2022)	GARCH modelis	DJIA neturi įtakos Bitcoin kainai
<b>Taurieji metalai - auksas</b>		
Bouri ir kt. (2017)	GARCH modelis	Bitcoin pasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe
Ji ir kt. (2019)	Regresinė analizė	Aukso kaina ↑, tai ir Bitcoin kaina ↓
Fantazzini ir Kolodin (2020)	VAR modelis	Neaptiktas statistinis reikšmingumas tarp aukso ir Bitcoin
Al-Khazali ir kt. (2018)	GARCH modelis	Bitcoin neatlieka saugaus prieglobsčio funkcijos padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu
<b>Hashrate</b>		
Fantazzini ir Kolodin (2020)	VAR modelis	Hash rate seka Bitcoin kainos svyravimus, bet jų nenulemia
Kjærland ir kt. (2018)	ADRL ir GARCH modelis	Hashrate ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑ Bitcoin kainos ↑ lemia išgavimo kaštų ↑
Penela (2022)	FsQC	Hashrate ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑
Guizani ir Nafti (2019)	ADL ir Grangerio priežastingumo testas	Hashrate ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑
<b>S&amp;P 500</b>		
Gozbasi ir kt. (2021)	ARDL	S&P 500 ↑, tai ir Bitcoin kaina ir paklausa ↑

## 2 lentelės tęsinys

Fantazzini ir Kolodin (2020)	VAR	S&P 500 ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑
Gunawan ir kt. (2021)	VAR	S&P 500 neturi įtakos Bitcoin kainai
Erdas ir Caglar (2018)	Asimetrinio priešastingumo testas	S&P 500 neturi įtakos Bitcoin kainai
Grobys (2020)	Logaritminės gražos, koreliacija	Prieš pandemiją S&P 500 ir Bitcoin kainos koreliacija nėra statistiškai reikšminga. Pandemijos metu jeigu S&P 500 ↑, tai ir Bitcoin kaina ↑.
<b>„Google Trend“</b>		
Matta ir kt. (2015)	Kryžminė koreliacija	„Google Trend“ paieškų skaičius ↑, tai Bitcoin kaina ↑  „Google Trend“ paieškų skaičius ↓, tai Bitcoin kaina ↓.
Verma ir kt. (2023)	Pirsono koreliacija bei regresijos analizė	
Ciaian ir kt. (2016)	VAR modelis	
Kristoufek (2013)	VAR	
Béjaoui ir kt. (2021)	FAVAR, FECM ir IAF modeliai	
Žymėjimas: ↑ didėjimas; ↓ mažėjimas.		

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis analizuotais tyrimais.

Pagal 2 lentelėje pateiktus duomenis matome, kad visi autoriai, Ciaian ir kt. (2016), Dubey (2022), Hayes (2017), Bejan ir kt. (2023) bei Horra ir kt. (2019) sutinka, kad Bitcoin paklausa ir pasiūla turi įtakos Bitcoin kainai. Nagrinėjamų autorių teigimu, paklausos didėjimas lemia pasiūlos mažėjimą bei Bitcoin kainos kilimą. Ir atvirkščiai, paklausos mažėjimas lemia pasiūlos didėjimą, o tai turi įtakos ir Bitcoin kainai, kuri pradeda mažėti. Nagrinėjami autoriai savo darbuose empiriniams tyrimams atlikti naudojo VAR modelį, ARIMA, ADF testą tačiau populiariausias bei daugumos autorių naudotas yra regresinės analizės metodas.

Atlikus mokslinės literatūros analizę galima pastebėti, kad JAV doleris gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Analizuoti autoriai, Mokni ir Ajmi (2021) bei Zhu ir kt. (2017), savo tyrimuose naudodami Grangerio priešastingumo testą bei kvantilinę analizę bei naudodami VEC modelį nustatė skirtingas išvadas. Mokni ir Ajmi (2021) nustatė, kad JAV doleris turi tiesioginę įtaką Bitcoin kainai, vadinasi, kai JAV dolerio kaina didėja, tai Bitcoin kaina irgi didėja, o kai JAV dolerio kaina mažėja,

Bitcoin kaina irgi pradeda mažėti. Tačiau Zhu ir kt. (2017) tyrimo rezultatai parodė skirtingus rezultatus. Pasak šio autoriaus tyrimo rezultatų, JAV doleris ir Bitcoin kaina turi atvirkštinį ryšį, todėl kai JAV dolerio kaina didėja, tai Bitcoin kaina mažėja ir, kai JAV dolerio kaina mažėja, atitinkamai, Bitcoin kaina didėja.

Dow Jones Industrial average indeksas taip pat gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Wijk (2013) naudodamas ECM metodą nustatė, kad DJIA indekso kainai didėjant, Bitcoin kaina mažėja. Tačiau Sajeev ir Afjal (2022) naudodamasis GARCH metodu nustatė priešingai, kad tarp DJIA indekso ir Bitcoin kainos neegzistuoja joks statistiškai reikšmingas ryšys.

Taurieji metalai, tokie kaip auksas, irgi gali turėti įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainai. Autoriai, Bouri ir kt. (2017), Ji ir kt. (2019), Fantazzini ir Kolodin (2020) bei Al-Khazali ir kt. (2018), analizavo ar egzistuoja ryšys tarp aukso kainos ir Bitcoin kainos. Tyrimams atlikti, mokslinės literatūros autoriai naudojo tokius metodus kaip GARCH modelis, regresinė analizė bei VAR modelis. Tyrimų rezultatai gavosi gana skirtingi. Vieni autoriai nustatė, kad Bitcoin kaip ir auksas, pasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe (Bouri ir kt., 2017). Autoriai, kaip Al-Khazali ir kt. (2018), patvirtino, kad stabiliu laikotarpiu Bitcoin atlieka saugaus prieglobsčio sąvybę tačiau šią sąvybę praranda padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu, tokiu kaip Covid-19 pandemija. Kiti autoriai nustatė, jog egzistuoja statistinis reikšmingumas tarp aukso ir Bitcoin kainos (Ji ir kt., 2019) bei, kad didėjant aukso kainai, Bitcoin kaina mažėja. Tačiau Fantazzini ir Kolodin (2020) neaptiko statistinio reikšmingumo tarp aukso ir Bitcoin.

Hashrate yra identifikuotas kaip dar vienas veiksnys, kuris gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Pasak Fantazzini ir Kolodin (2020), hashrate turi sąvybę sekti Bitcoin kainos svyravimus, bet jų nenulemti tačiau Kjærland ir kt. (2018), Penela (2022) bei Guizani ir Nafti (2019) nesutinka su šia nuomone. Pasak šių autorių, jeigu hashrate didėja, tai ir Bitcoin kaina didėja. Tyrimams atlikti buvo naudojami skirtingi modeliai, tokie kaip VAR, ADRL bei GARCH, FsQC, ADL bei Grangerio testas.

Atlikus mokslinės literatūros analizę, S&P 500 akcijų indeksas taip pat gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Gozbasi ir kt. (2021) bei Fantazzini ir Kolodin (2020) rezultatai parodė, jog S&P 500 akcijų indekso kainai didėjant, Bitcoin kaina irgi pakyla. Tačiau Gunawan ir kt. (2021) bei Erdas ir Caglar (2018) nustatė priešingai, kad S&P 500 akcijų indeksas neturi įtakos Bitcoin kainai. Tuo tarpu, Grobys (2020) nustatė, jog S&P 500 akcijų indeksas neturi įtakos Bitcoin kainai prieš pandemiją tačiau pandemijos metu egzistavo ryšys tarp S&P 500 bei Bitcoin, pakilus S&P 500 indeksų kainai, taip pat kyla ir Bitcoin kaina. Tyrimuose buvo naudoti tokie metodai kaip ARDL, VAR metodas, asimetrinio priežastingumo testas, logaritminių gražų skaičiavimai bei koreliacija tarp kintamųjų.



„Google Trend“ paieškų skaičius irgi gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Autoriai, tokie kaip Matta ir kt. (2015), Verma ir kt. (2023), Ciaian ir kt. (2016), Kristoufek (2013) bei Béjaoui ir kt. (2021), analizavo „Google Trend“ paieškų skaičiaus įtaką Bitcoin kainai. Visų autorių atlikti tyrimai nustatė, jog „Google Trend“ paieškų skaičiui padidėjus, taip pat padidėja ir Bitcoin kaina, bei priešingai, sumažėjus „Google Trend“ paieškų skaičiui, sumažėja ir Bitcoin kaina atitinkamai. Mokslinės literatūros autoriai tyrimams atlikti naudojo skirtingus metodus, tokius kaip kryžminė koreliacija, Pirsono koreliacija, regresinė analizė, VAR modelis, FAVAR, FECM bei IAF modeliai.

Taigi, apibendrinant šį poskyrį galima teigti, jog pasiūla bei paklausa ir „Google Trend“ paieškų skaičius turi įtakos Bitcoin kainai, kadangi visi nagrinėti autoriai, atlikę empirinius tyrimus, priėmė tą pačią išvadą. Tačiau analizuotų mokslinės literatūros autorių nuomonės išsiskiria dėl JAV dolerio, Dow Jones Industrial average indekso, aukso kainos, hashrate bei S&P 500 akcijų indekso ryšio bei daromos įtakos Bitcoin kainai. Taip pat, tyrimams atlikti buvo naudojami tokie metodai kaip VAR, regresinė analizė, ARIMA, ADF testas, Grangerio priežastingumo testas, VEC, ECM, GARCH modelis, ARL, FsQC, ARDL, FAVAR, FECM, IAF, logaritminių gražų skaičiavimai bei koreliacija.

### **1.5 Bitcoin kriptovaliuta padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu**

Covid-19 yra pasaulinė koronavirusinė pandemija, prasidėjusi 2019 m. lapkričio 17 dieną. Dėl šios pandemijos žuvo daugybė žmonių bei buvo paveikta pasaulinė ekonomika. Ši pandemija sukėlė sunkumų verslui, dėl priverstinės izoliacijos bei įvairių ribojimų sumažėjo įmonių pardavimai, sumažėjo pramonės gamybos kiekiai, sumažėjo paklausa įvairių pramonės šakų prekių bei paslaugų, pasikeitė vartotojų elgesys, taip pat, sunkumai buvo sukelti ir darbo rinkai, kadangi smarkiai išaugo nedarbingumas bei mirčių skaičius. Didėjant koronaviruso mirčių skaičiui, dauguma verslų buvo priversti užsidaryti (Bongaerts, Mazzola ir Wagner, 2021). Taip pat, ši pandemija paskatino naujų technologinių naujovių atsiradimą bei išpopuliarino elektroninę prekybą. Pasak Goodell (2020), Covid-19 pandemija sukėlė daugiau staigios ir stiprios žalos šalių ekonomikai negu kokia nors kita natūrali ar žmonių sukelta krizė, tokia kaip klimato kaita, branduoliniai karai, įvairios stichinės nelaimės ar net 2008 m. pasaulinė krizė.

Pandemija reikšmingai paveikė ir finansų rinkas. S&P 500 akcijų indeksas bei Dow Jones Industrial average indeksas patyrė maždaug 30 procentų nuvertėjimą 2020 m. kovo mėnesį (Iqbal, Fareed, Wan ir Shahzad, 2021). Kitų geografinių regionų, tokių kaip Europa, Australija bei Azija, akcijų rinkos irgi patyrė nuvertėjimą (Zhang, Hu ir Ji, 2020). 2020 m. FTSE 100 akcijų indeksas Jungtinėje Karalystėje pasiekė blogiausią rezultatą nuo pasaulinės finansų krizės, net 14,3 procento

nuvertėjimą (Ozkan, 2021). Taip pat, nustatyta, kad pandemijos metu akcijų rinkos tapo labiau spekuliatyvios bei, kad buvo netinkamai įvertintos akcijų kainos, todėl tai padidino gaunamų investicinių grąžų vertę (ibid). Vasileiou (2021) nagrinėjo kaip vienas iš JAV akcijų rinkos indeksų, S&P 500, reagavo į COVID-19 pandemiją laikotarpiu nuo 2020 m. sausio 2 dienos iki 2020 m. balandžio 30 dienos. Autoriaus atliktas finansinės analizės tyrimas patvirtino, kad JAV akcijų rinka buvo ne visą laiką efektyvi analizuojamu pandemijos laikotarpiu. Taip pat, Okorie ir Lin (2021) tyrė efektyvios rinkos hipotezę skirtinguose JAV akcijų rinkų sektoriuose pandemijos metu tam, kad būtų identifikuotas poveikis, kurį COVID-19 bei globali finansinė krizė (2007 – 2008 m.) turi atskiriems akcijų rinkų sektoriams. Iš viso tyrime yra analizuojama 11 skirtingų sektorių, kurie sudaro S&P 500 akcijų indeksą. Nustatyta, kad pandemijos ir krizės metu, vartotojų diskrecinis sektorius turėjo didžiausią efektyvumą, paslaugų sektorius – mažiausią, dėl didelių apribojimų bei aukšto dividendų išmokėjimo lygio. Ashraf (2020) tyrė kaip skirtingų šalių akcijų rinkos reaguoja į patvirtintus koronaviruso užsikrėtimo atvejus. Ištirti 64 skirtingų šalių akcijų rinkų indeksai. Empirinis tyrimas nustatė, jog augant užsikrėtimų bei mirčių skaičiui, akcijų indeksų grąžos mažėjo.

Covid-19 pandemija smarkiai paveikė ne tik akcijų rinkas, bet ir kriptovaliutų rinkas. Caferra ir Vidal-Tomás (2021) tirdami akcijų rinkos ir kriptovaliutos elgesį pandemijos metu nustatė, kad kriptovaliutų rinka patyrė staigų ir gana stiprų prekybos nuosmukį 2020 m. kovo 9 dieną tačiau lyginant su akcijų rinka, gana greitai atsigavo ir stabilizavosi. Todėl, galima teigti, kad pandemija turėjo tik trumpalaikį poveikį kriptovaliutų rinkai, kadangi virtualios valiutos nėra susijusios su realiąja ekonomika (ibid). Goodell ir Goutte (2021) analizavo ryšį tarp pandemijos ir Bitcoin rinkos. Autoriai analizavo laikotarpį nuo 2019 m. gruodžio 31 dienos iki 2020 m. balandžio 29 dienos bei tyrimo kintamieji yra Bitcoin kaina ir mirčių skaičius nuo pandemijos. Tyrimo rezultatai parodė, jog Covid-19 pandemija paskatino Bitcoin kainos didėjimą. Gana stiprus kainos didėjimas pastebimas po balandžio 5 dienos. Caferra (2020) bandė išsiaiškinti ar egzistuoja ryšys tarp nuotaikų, kurias sukuria įvairios naujienos susijusios su Covid-19, ir kriptovaliutų rinkos pandemijos metu. Tyrimo rezultatai parodė, kad egzistuoja ryšys tarp pozityvių ar negatyvių naujienų bei kriptovaliutų kainos. Pavyzdžiui, pozityvios naujienos lemia mažesnę pelningumo dispersiją. Bouteska, Mefteh-Wali ir Dang (2022) analizavo investuotojų nuotaikos poveikį Bitcoin kriptovaliutos grąžoms. Autoriai, naudodamiesi žinučių skaičiumi socialiniuose tinkluose sukūrė nuotaikos rodiklį, kurio pagalba atliko skaičiavimus. Pasak tyrimo rezultatų, autorių sukurtas nuotaikos rodiklis pasižymi kriptovaliutų rinkos grąžų prognozavimo sąvybe trumpuoju laikotarpiu. Taip pat, nustatyta, jog investuotojų nuotaikos turi gana stiprią įtaką Bitcoin kriptovaliutos grąžoms. Šis rodiklis yra puiki priemonė

investuotojams, kurie nori prognozuoti grąžas pandemijos laikotarpiu. Lahmiri ir Bekiros (2020) analizavo 45 kriptovaliutų bei 16 akcijų kainų stabilumą ir reguliarumo eiliškumą prieš ir per Covid-19 pandemijos laikotarpį. Pasak tyrimo rezultatų, kriptovaliutų ir akcijų rinka reikšmingai pakito prasidėjus pandemijai. Taip pat, kriptovaliutų kainų svyravimai buvo labiau paveikti Covid-19 negu tarptautinės akcijų rinkos. Kriptovaliutų rinka prarado stabilumą, tapo nepastovi, todėl yra skaitoma žymiai rizikingesnė ir neprognozuojama investicija pandemijos laikotarpiu negu investicijos į nuosavybės vertybinius popierius. Demir, Bilgin, Karabulut ir Docker (2020) analizavo ryšį tarp kriptovaliutų ir mirčių skaičiaus nuo Covid-19 pandemijos. Tyrimo metu nustatyta, kad egzistuoja neigiamas ryšys tarp šių tiriamųjų tačiau vėlesniu pandemijos laikotarpiu šis ryšys tampa teigiamu, todėl autoriai teigiam, kad Bitcoin ilguoju laikotarpiumi gali tapti apsidraudimo nuo vertės praradimo priemone (ibid). Grobys (2020) analizavo koreliaciją tarp S&P 500 akcijų indekso bei Bitcoin kainos prieš Covid-19 pandemiją bei pandemijos metu. Pasak tyrimo rezultatų, prieš pandemiją, Bitcoin kriptovaliuta ir S&P 500 nekoreliavo tarpusavyje. Tuo tarpu, Covid-19 pandemijos laikotarpiu, Bitcoin bei S&P 500 koreliacija tapo statistiškai reikšminga bei teigiama. Autoriaus teigimu, Bitcoin kriptovaliuta pandemijos metu praranda saugaus prieglobsčio sąvybes. Conlon ir McGee (2020) analizavo Bitcoin kriptovaliuta pasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe. Autoriai tyrė laikotarpį nuo 2019 m. kovo mėnesio iki 2020 m. to pačio mėnesio. Pasak tyrimo rezultatų, pandemijos metu Bitcoin praranda saugaus prieglobsčio sąvybę. Diniz-Maganini, Diniz ir Rasheed (2021) analizavo kainų efektyvumą tarp Bitcoin, aukso, JAV dolerio bei „MSCI World“ indekso pandemijos metu. Tyrimo rezultatai parodė, jog Bitcoin kainos yra efektyvesnės negu JAV dolerio bei „MSCI World“ indekso Covid-19 metu. Corbet ir kt. (2022) analizavo ryšį tarp kriptovaliutų kainos svyravimų bei likvidumo pandemijos laikotarpiu. Pasak tyrimo rezultatų, kriptovaliutų rinkos likvidumas padidėjo, kai buvo viešai pranešta apie pasaulinę Covid-19 pandemiją. Taip pat, priešingai negu anksčiau aptarti autoriai, Corbet ir kt. (2022) teigia, jog kriptovaliutos pandemijos metu kriptovaliutos pasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe ir gali būti naudojamos kaip vertybinių popierių saugykla, tam, kad išvengti nuostolių pandemijos laikotarpiu. Apibendrinant galima teigti, autorių nuomonės išsiskiria ties tuo ar kriptovaliutos pasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu – Covid-19 pandemijos metu.

Karas Ukrainoje, prasidėjęs 2022 m. vasario 24 dieną, yra geopolitinis įvykis, paveikęs visą pasaulį, atitinkamai, ir finansų rinkas bei jų efektyvumą, kurio sukelti padariniai kelia grėsmę visai pasaulio ekonomikai (Wiseman ir Mchugh, 2022). Šio konflikto pasekmės daugiausiai kyla dėl iškeltų ekonominių sankcijų, prekių kainų bei prekių tiekimo sutrikimų (ibid). Karinis konfliktas

prasidėjo palyginus neseniai, dėl to nėra daug atliktų mokslinių tyrimų apie tai, kokį poveikį karas turi finansų rinkoms bei jų efektyvumui. Boungou ir Yatié (2022) nagrinėjo 94 šalių akcijų gražas nuo 2022 metų sausio 22 dienos iki tų pačių metų kovo 24 dienos. Tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti, kokį poveikį Ukrainoje vykstantis karas turi akcijų rinkoms. Tyrimo rezultatai parodė, kad karas turi ryškų neigiamą poveikį akcijų rinkoms. Šis tyrimas tik patvirtina ir kitų autorių tyrimų rezultatus, kurie teigia, jog kariniai konfliktai neigiamai veikia akcijų rinkas (Burdekin ir Siklos (2022); Hudson ir Urquhart (2022)).

Šis konfliktas turi įtakos ne tik akcijų rinkoms, bet ir kriptovaliutų rinkoms. Theiri, Nekhili ir Sultan (2023) analizavo, kokį poveikį, trumpalaikį ar ilgalaikį, Ukrainos – Rusijos karas turi Bitcoin ir Ethereum kriptovaliutų likvidumui. Pasak tyrimo rezultatų, analizuojamas karinis konfliktas turi stiprų tačiau trumpalaikį poveikį abiejų nagrinėjamų kriptovaliutų likvidumui. Pirmosios dvi dienos nuo įvykio pradžios pasižymi padidėjusiu likvidumu, kuris po šių dienų palaipsniui pradėjo mažėti iki tol, kol grįžo iki tokio likvidumo lygio, kuris buvo iki šiam kariniam konfliktui prasidėjus. Didesnis Bitcoin likvidumas yra siejamas su padidėjusia prekyba bei padidėjusiu neapibrėžtumu. Prekybos padidėjimas lėmė likvidumo padidėjimui tačiau po poros dienų likvidumas grįžo į prieš konfliktinės situacijos lygį. Pagal pateiktus rezultatus galima teigti, kad Ukrainos – Rusijos karinis konfliktas nesukėlė ilgalaikio poveikio Bitcoin likvidumui, todėl investuotojai padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu negali laikyti Bitcoin saugiu prieglobsčiu. Bouazizi (2023) analizuoja kriptovaliutų kainų svyravimus Covid-19 pandemijos bei Rusijos – Ukrainos karo laikotarpio metu. Pasak atlikto tyrimo rezultatų, Covid-19 pandemija ir karinis konfliktas turi reikšmingą poveikį kriptovaliutų kainoms tačiau investuotojų nuotaikos veiksnyms turi didesnę reikšmingumą kriptovaliutų kainų svyravimui. Taip pat, autorius nustatė, kad GARCH modelis yra tinkamiausias atliekant tyrimą kadangi gali suteikti geresnį supratimą apie Bitcoin kainos svyravimus. Autoriai Daskalakis ir Daglis (2023) analizavo Ukrainoje vykstančio karo įtaką Bitcoin kainai ir prekybos kiekiams. Tyrimo rezultatai parodo, jog Bitcoin prekybos apimtis yra labiau veikiama šio karinio konflikto negu Bitcoin kainos svyravimai. Prekybos apimtis padidėjo net 112 % įvykio pradžios dieną. Taip pat, autoriai nustatė, kad Ukrainos – Rusijos karas po įvykio pradžios teigiamai paveikė tiek Bitcoin kainą, tiek šios kriptovaliutos prekybos apimtis tačiau prekybos apimtis paveikė reikšmingiau. Taigi, galima teigti, kad padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpius, toks kaip Rusijos – Ukrainos karas, turi įtakos Bitcoin kainos svyravimams bei prekybos apimtims. Selmi (2022) nustatė, kad prieš Covid-19 pandemija, padidėjęs ekonominis politikos neapibrėžtumas sukėlė didesnes Bitcoin kriptovaliutos gražas. Po pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios, Bitcoin suteikiama saugaus prieglobsčio

sąvybė sumažėjo. Tyrimo rezultatai parodo, kad padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu kriptovaliutos nepasižymi saugaus prieglobsčio sąvybė, dėl gan didelio kriptovaliutų kainos kintamumo šiuo laikotarpiu. Taip pat, nustatyta, kad nors kriptovaliutos yra atskira turto klasė tačiau ji reaguoja į neužtikrintinumą sukeliančius įvykius sinchroniškai su akcijų rinkomis. Taigi, apibendrinant, Ukrainos – Rusijos karinis konfliktas turi įtakos kriptovaliutų rinkoms. Šis konfliktas Bitcoin atveju turi įtakos kriptovaliutos likvidumui trumpalaikiu laikotarpiu nuo įvykio pradžios, taip pat, kainos svyravimams tačiau ne tiek daug štakos turi negu prekybos apimtims, kurios daugiau negu dvigubai padidėjo įvykio pradžios dieną. Analizuojamų autoriu teigimu, Bitcoin praranda saugaus prieglobsčio sąvybę šiuo padidėjusiu neužtikrintinumo laikotarpiu.

Taigi, Covid-19 pandemija turi įtakos ne tik verslams, akcijų rinkoms bet ir kriptovaliutų rinkoms. Šiuo padidėjusiu neužtikrintinumo laikotarpiu kriptovaliutų rinka patyrė trumpalaikį nuosmukį, bet gana greitai atsistatė palyginus su akcijų rinka. Taip pat, nustatyta, kad investuotojų nuotaikos atsiradusios dėl įvairių paskelbtų naujienų pandemijos metu irgi turi įtakos kriptovaliutų kainų svyravimams bei grąžoms. Kai kurie autoriai pastebi, kad pandemija paskatino Bitcoin kainos didėjimą Covid-19 laikotarpiu. Nustatyta, kad pandemijos metu egzistuoja neigiamas ryšys tarp Bitcoin kainos ir mirčių skaičiaus tačiau vėlesniu pandemijos laikotarpiu šis ryšys tampa teigiamu. Taip pat, mokslinės literatūros empiriniai tyrimai parodo, kad nėra vieningos nuomonės apie Bitcoin kriptovaliutos pasižymėjimu saugaus prieglobsčio sąvybe. Taip pat, nustatyta, kad Ukrainos – Rusijos karas turi įtakos tiek Bitcoin likvidumui, tiek kainai bei prekybos apimtims. Kaip ir Covid-19 pandemijos metu, karinio konflikto metu analizuoti autoriai pastebi, kad Bitcoin nepasižymi saugaus prieglobsčio sąvybe padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu.

Apibendrinant pirmąjį skyrių galima teigti, jog kriptovaliuta yra virtuali valiuta, sukurta ir pristatyta 2009 m. anoniminio autoriaus „Satoshi Nakamoto“. Kriptovaliutos yra decentralizuotos, vadinasi, nereikalauja tarpininkų įsikišimo, veikiančios pagal blokų grandinės principą, dėl to atsiskaitymai kriptovaliutomis yra spartesni ir saugesni negu atsiskaitymai kitomis mokėjimo priemonėmis, bei yra paremtos kriptografija. Dauguma kriptovaliutų turi ribotą kiekį bei pasižymi kainų svyravimu. Pirmoji kriptovaliuta pasaulyje yra Bitcoin. Ši kriptovaliuta net ir šiandieną yra populiariausia ir didžiausią rinkos kapitalizaciją turinti kriptovaliuta, kuri yra išgaunama kasėjų pagalba sprendžiant sudėtingas matematinės formules bei naudojant blokų grandinės principą. Bitcoin transakcijų metu yra naudojama kriptografija, kuri užtikrina transakcijų saugumą bei anonimiškumą. Siekiant kuo geriau suprasti Bitcoin kriptovaliutą, mokslinės literatūros autoriai tyrinėjo veiksnius,

kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai. Nustatyta, kad Bitcoin paklausa ir pasiūla, JAV doleris, Dow Jones Industrial average indeksas, taurieji metalai, pavyzdžiui auksas, hashrate, S&P 500 akcijų indeksas ir “Google Trends” gali turėti įtakos Bitcoin kainos svyravimams. Šių veiksnių analizei buvo naudojami tokie metodai kaip VAR, regresinė analizė, ARIMA, ADF testas, Grangerio priešastingumo testas, VEC, ECM, GARCH modelis, ARL, FsQC, ARDL, FAVAR, FECM, IAF, logaritminių gražų skaičiavimai bei koreliacija. Taip pat, nustatyta, kad Covid-19 pandemija irgi turi įtakos kriptovaliutų rinkoms. Pandemijos metu, kriptovaliutų rinka patyrė nuosmukį tačiau gana greitai atsigavo. Taip pat, nustatyta, kad investuotojų nuotaikos ir mirčių skaičius irgi gali turėti įtakos Bitcoin kainos svyravimams pandemijos metu. Analizuojant skirtingus autorių tyrimus nustatyta, jog vieni autoriai Bitcoin kriptovaliutą laiko kaip atliekančią saugaus prieglobsčio funkciją, o kiti teigia, kad Covid-19 pandemijos metu, ši kriptovaliuta prarado savo saugaus prieglobsčio savybes. Todėl, nėra vieningos nuomonės ar pandemijos laikotarpiu Bitcoin kriptovaliuta gali būti laikoma saugia investicija. Taip pat, nustatyta, kad Ukrainos – Rusijos karas turi įtakos tiek Bitcoin likvidumui, tiek kainai bei prekybos apimtims. Kaip ir Covid-19 pandemijos metu, karinio konflikto metu analizuoti autoriai pastebi, kad Bitcoin nepasižymi saugaus prieglobsčio savybe padidėjusio neužtikrintinumo laikotarpiu.

## 2. BITCOIN KAINOS VEIKSNIŲ PADIDĖJUSIO NETIKRUMO LAIKOTARPIU METODOLOGIJA

Pastaraisiais metais pasaulis susidūrė su netikėtais iššūkiais, kurie turi neigiamų pasėkmių visai pasaulio ekonomikai, o tuo pačiu ir kriptovaliutų rinkoms. Šie iššūkiai apima ne tik Covid-19 pandemijos sukeltus neramumus, bet ir geopolitinius įvykius, tokius kaip Ukrainos – Rusijos karinis konfliktas. Ši tema yra aktuali, kadangi įvykiai, sukėlę padidėjusį neužtikrintumą yra įvykę palyginus neseniai, todėl mokslinėje literatūroje yra ganėtinai sunku rasti tyrimų, kurie analizuotų populiariausios ir didžiausią rinkos kapitalizaciją turinčios kriptovaliutos - Bitcoin kainos veiksnius Covid-19 pandemijos laikotarpiu, o ypač, Ukrainos – Rusijos karo laikotarpiu. Dėl šių priežasčių, empirinio tyrimo tikslas yra identifikuoti Bitcoin kainos veiksnius padidėjusio netikrumo laikotarpiu. Taip pat, atrajame skyriuje yra pateikiama Bitcoin kainos veiksnių padidėjusio netikrumo laikotarpiu tyrimo metodologija: tyrimo tikslas, tyrimo metodai, tyrimo modelis, išsikeliamos tyrimo hipotezės, įvardijami tiriami kintamieji, jų patikimumas, tinkamumas bei sąsajos.

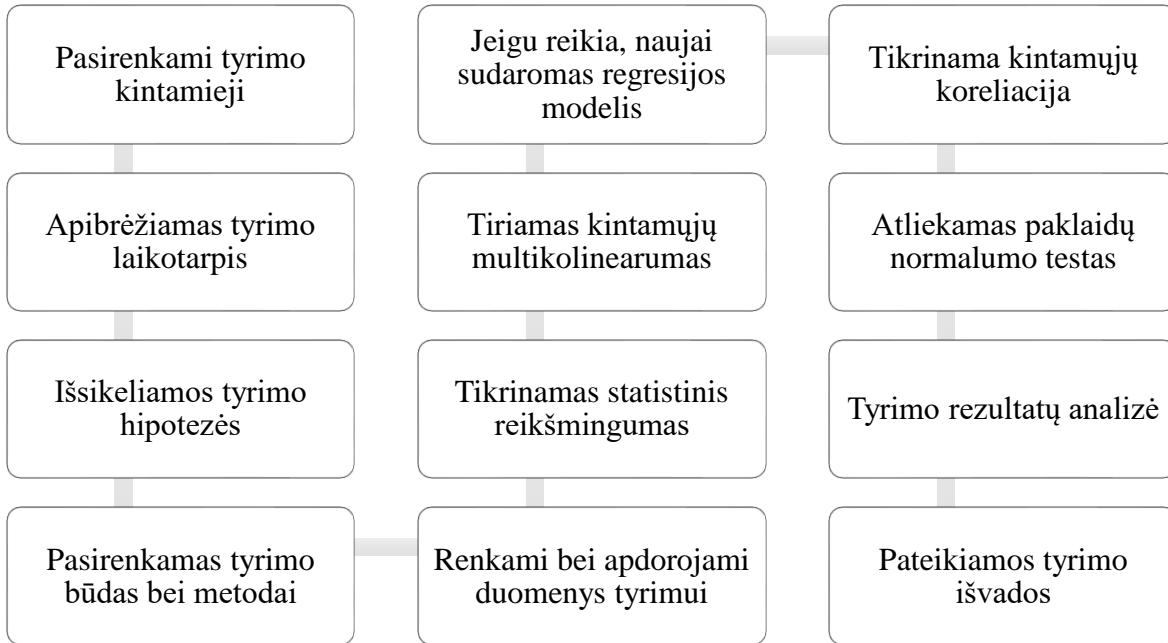
### 2.1 Bitcoin kainos svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo eiga

**Tyrimo tikslas** – identifikuoti Bitcoin kainos veiksnius padidėjusio netikrumo laikotarpiu. Šio išsikelto tikslo pagrindimas yra toks, kad trūksta mokslinės literatūros tyrimų, kurie analizuotų kokie veiksniai turi didžiausią įtaką Bitcoin kainai Covid-19 pandemijos metu bei ypač karo metu, kadangi tai palyginus ganėtinai neseniai nutikę pasaulį sukrėtę įvykiai.

**Tyrimo modelis** – tyrimo pradžioje yra sudaromas tyrimo modelis, pasirenkami tiriami kintamieji, tai yra, veiksniai, kurie yra analizuojami literatūros dalyje bei gali turėti įtakos Bitcoin kainai tiriamais netikrumo laikotarpiais. Toliau, yra apibrėžiamas tyrimo laikotarpis, kuris yra suskaidytas į keturis smulkesnius laikotarpius, pirmasis, priešpandeminis laikotarpis, antrasis, Covid-19 pandemijos laikotarpis, trečiasis, tarp Covid-19 pandemijos ir Ukrainos - Rusijos karo pradžios laikotarpis bei ketvirtasis, karo laikotarpis. Tada yra išsikeliamos tyrimo hipotezės remiantis atlikta literatūros analize. 4 paveiksle yra pavaizduota visa atliekamo tyrimo eiga.

## 4 paveikslas

*Bitcoin kainos veiksnių empirinio tyrimo eigos modelis*



*Šaltinis: sudaryta autorės.*

Pasirinkus tyrimo kintamuosius, apibrėžus tiriamuosius laikotarpius bei išsikelus hipotezes yra pasirenkamas tyrimo būdas bei metodai. Tada yra renkami bei pritaikomi istoriniai kintamųjų duomenys. Sudarius regresijos modelį yra tikrinamas kintamųjų statistinis reikšmingumas, multikolinearumas bei jei reikia, atsižvelgus į gautus testų rezultatus, sudaromas naujas regresijos modelis. Tada yra tikrinama kintamųjų koreliacija bei atliekamas paklaidų normalumo testas. Aprašomi bei analizuojami tyrimo rezultatai bei pateikiamos tyrimo išvados.

**Tiriami kintamieji.** Šio darbo pirmajame skyriuje yra išanalizuoti mokslinės literatūros autorių empiriniai tyrimai bei nustatyti veiksniai, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainos svyravimams. Pagal tai, šio tyrimo priklausomas kintamasis yra Bitcoin kaina, o nepriklausomi kintamieji yra:

- Paklausa ir pasiūla (Bejan ir kt. (2023); Ciaian ir kt. (2016); Dubey (2022); Hayes (2017); Horra ir kt. (2019)). Paklausos ir pasiūlos veiksniai nebus tiriami dėl duomenų trūkmo.
- JAV dolerio indeksas (Mokni ir Ajmi (2021); Zhu ir kt. (2017)).
- DJIA - Dow Jones Industrial average indeksas (Sajeev ir Afjal (2022); Wijk (2013)).
- Auksas (Al-Khazali ir kt. (2018); Bouri ir kt. (2017); Fantazzini ir Kolodin (2020); Ji ir kt. (2019)).



- Hashrate (Guizani ir Nafti (2019); Fantazzini ir Kolodin (2020); Kjærland ir kt. (2018); Penela (2022)).
- S&P 500 (Erđas ir Caglar (2018); Fantazzini ir Kolodin (2020); Grobys (2020); Gozbasi ir kt. (2021); Gunawan ir kt. (2021)).
- „Google Trend“ (Béjaoui ir kt. (2021); Ciaian ir kt. (2016); Kristoufek (2013); Matta ir kt. (2015); Verma ir kt. (2023));

**Tiriamas laikotarpis.** Siekiant išsiaiškinti Bitcoin kainos veiksnius padidėjusio netikrumo laikotarpiu, tyrimo laikotarpis yra suskirstytas į keturis periodus remiantis Bouazizi (2023) atliktu tyrimu. Pasirinkti periodai bei šių periodų imtis pavaizduota 3 lentelėje.

### 3 lentelė

*Tyrimo analizuojamų periodų apibrėžimai*

	PERIODO PAVADINIMAS	PERIODO TRUKMĖ
1	Prieš Covid-19 pandemiją	2014/09/17 – 2019/12/30
2	Covid-19 pandemijos metu	2019/12/31 – 2020/12/31
3	Tarp pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios	2021/01/01 – 2022/02/23
4	Ukrainos – Rusijos karo metu	2022/02/24 – 2022/09/15

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Bouazizi (2023).*

Pirmuoju periodu yra laikomas laikotarpis prieš Covid-19 pandemiją (nuo 2014/09/17 iki 2019/12/30). Antrasis periodas yra nuo pandemijos pradžios iki 2020/12/31. Trečiuoju periodu yra laikomas laikotarpis tarp pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios. Paskutinis tiriamas laikotarpis yra nuo 2022/02/24, kai prasidėjo karinis konfliktas, iki 2022/09/15. Šiame tyrime bus analizuojami identifikuoti Bitcoin kainos svyravimams įtakos turintys veiksniai bei jų daromas poveikis Bitcoin kainai šiuose apibrėžtuose laikotarpiuose.

Visi duomenys, skirti tyrimui atlikti, yra renkami iš viešai prieinamų duomenų bazių. Bitcoin kainos (JAV doleriais), JAV dolerio indekso (JAV doleriais), DJIA indekso (JAV doleriais) bei S&P 500 akcijų indekso (JAV doleriais) istoriniai duomenys yra paimti iš Investing duomenų bazės. Aukso kainos istoriniai duomenys paimti iš Bullion By Post duomenų bazės. Hashrate duomenys (hešais per sekundę) paimti iš Bitcoin Visuals duomenų bazės, „Google Trends“ paieškų skaičiaus duomenys paimti iš Google Trends duomenų bazės. Visi duomenys yra susisteminti bei pritaikyti taip, kad visų kintamųjų būtų vienodas kiekis istorinių duomenų.

**Tyrimo hipotezės.** Siekdami išsiaiškinti, ar JAV doleris, DJIA indeksas, auksas, hashrate, S&P 500 bei „Google Trends“ veiksniai turi įtakos Bitcoin kriptovaliutos kainai skirtinguose analizuojamuose laikotarpiuose yra išsikeliamos tyrimo hipotezės, kurios yra pavaizduotos 4 lentelėje.

#### 4 lentelė

*Išsikeltos empirinio tyrimo hipotezės*

Nr.	Išsikelta hipotezė	Šaltinis
H <sub>1</sub>	JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą	Mokni ir Ajmi (2021)
H <sub>2</sub>	DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą	Wijk (2013)
H <sub>3</sub>	Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą	Ji ir kt. (2019)
H <sub>4</sub>	Hashrate didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą	Guizani ir Nafti (2019); Kjørland ir kt. (2018); Penela (2022)
H <sub>5</sub>	S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą	Fantazzini ir Kolodin (2020); Gozbasi ir kt. (2021);
H <sub>6</sub>	„Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą	Béjaoui ir kt. (2021); Ciaian ir kt. (2016); Kristoufek (2013); Matta ir kt. (2015); Verma ir kt. (2023)

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis lentelėje nurodytais autoriais.*

Pagal lentelėje pateiktus duomenis, tyrimui atlikti yra išsikeltos šešios hipotezės. Išsikelto hipotezių teigimu, Bitcoin turi statistiškai reikšmingą teigiamą ryšį su DJIA, hashrate, S&P 500 bei „Google Trends“ paieškų skaičiumi, o su JAV dolerio kaina neigiamą ryšį. Su aukso kaina Bitcoin kaina turi atvirkštinį ryšį. Todėl, jeigu DJIA, hashrate, S&P 500 arba „Google Trends“ paieškų

skaičius didėja, tai ir Bitcoin kaina didėja. O jeigu aukso kaina didėja, tai Bitcoin kaina mažėja. Jeigu JAV dolerio kaina mažėja, tai Bitcoin kaina irgi mažėja.

Zhu ir kt. (2017) analizavo ar tarp JAV dolerio bei Bitcoin kainos egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys prieš pandemiją, o autoriai, kaip Mokni ir Ajmi (2021) analizavo ar tarp JAV dolerio bei Bitcoin kainos egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys prieš pandemiją bei pandemijos laikotarpiu. Tyrimų rezultatai parodo, kad tiek prieš pandemiją, tiek pandemijos metu egzistuoja ryšys tarp Bitcoin kainos bei JAV dolerio. Siekiant įvertinti išanalizuotoje literatūroje pateiktą ryšį bei įvertinti, ar egzistuoja tarp šių kintamųjų ryšys ir kitais tiriamais laikotarpiais, yra išsikeliamas hipotezė  $H_1$  : JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Ši hipotezė bus tikrinama visiems tiriamiems laikotarpiams.

Wijk (2013) analizavo ar egzistuoja ryšys tarp DJIA akcijų indekso ir Bitcoin kainos. Tyrimo metu buvo nustatyta, jog DJIA kainai didėjant, Bitcoin kaina yra linkusi mažėti. Siekiant patikrinti gautus rezultatus bei nustatyti ar egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys kitais analizuojamais laikotarpiais yra išsikeliamas hipotezė  $H_2$  : DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Ši hipotezė bus tikrinama visiems tiriamiems laikotarpiams.

Pasak išanalizuotų mokslinių tyrimų literatūros analizės dalyje teigta, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp aukso kainos bei Bitcoin kainos. Ji ir kt. (2019) tyrimo rezultatai parodė, kad ryšys tarp šių kintamųjų yra statistiškai reikšmingas. Dėl to yra išsikelta hipotezė  $H_3$  : Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Kadangi Ji ir kt. (2019) tyrė laikotarpį prieš pandemiją, tai tyrimo metu yra siekiama įvertinti ar rezultatai nepakito ir nustatyti ar egzistuoja ryšys tarp kintamųjų visais kitais analizuojamais laikotarpiais. Ši hipotezė bus tikrinama visiems tiriamiems laikotarpiams.

Analizuoti autoriai, tokie kaip Guizani ir Nafti (2019), Kjærland ir kt. (2018) nagrinėjo hashrare įtaką Bitcoin kainai prieš Covid-19 pandemiją, o Penela (2022) nagrinėjo šiuos kintamuosius pandemijos metu. Pasak analizės rezultatų, tarp šių tiriamųjų egzistuoja teigiamas ryšys ir prieš pandemiją, ir pandemijos metu. Dėl šios priežasties, yra išsikelta tyrimo hipotezė  $H_4$  : Hashrate didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Ši išsikelta hipotezė bus tikrinama visiems tiriamiems laikotarpiams.

Fantazzini ir Kolodin (2020) ir Gozbasi ir kt. (2021) analizavo ar egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp S&P 500 akcijų indekso bei Bitcoin kainos. Pasak tyrimų rezultatų, tarp kintamųjų egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys. Nustatyta, kad S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Todėl, yra išsikelta hipotezė  $H_5$  : S&P 500 akcijų indekso didėjimas

lemia Bitcoin kainos didėjimą. Šia hipoteze siekiama įvertinti analizuotų atorių padarytas išvadas prieš pandemiją bei nustatyti ar visais kitais analizuojamais laikotarpiais egzistuoja ryšys tarp kintamųjų.

Béjaoui ir kt. (2021); Ciaian ir kt. (2016); Kristoufek (2013); Matta ir kt. (2015); Verma ir kt. (2023) autoriai analizavo ar egzistuoja ryšys tarp Bitcoin kainos ir „Google trend“ paieškų skaičiaus. Pasak atliktų tyrimų, nustatyta, kad egzistuoja teigiamas ryšys, todėl, yra iškelta hipotezė  $H_6$  : „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Ši išsikelta hipotezė bus tikrinama ne tik laikotarpiui prieš pandemiją, bet ir siekiama patvirtinti arba paneigti šią hipotezę visiems tiriamiems laikotarpiais.

## 2.2 Pasirinkta statistinė metodika tyrimui atlikti

Siekiant išsiaiškinti ar egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp analizuojamo priklausomojo kintamojo – Bitcoin kainos, bei nepriklausomų kintamųjų – JAV dolerio indekso, DJIA, aukso kainos, hashrate, S&P 500 akcijų indekso bei „Google trends“ paieškų skaičiaus, prieš Covid-19 pandemiją, Covid-19 pandemijos metu, tarp pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios bei Ukrainos – Rusijos karo metu, yra naudojama linijinė daugianarė regresinė analizė. Daugianarės regresijos pagalba galima analizuoti daugiau negu vieną nepriklausomąjį kintamąjį (Gogtay, Deshpande ir Thatte, 2017). Sudaryta regresijos lygtis išreiškiama taip (1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (1)$$

Kur  $Y$  – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina),  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  – nepriklausomi kintamieji (JAV dolerio indeksas, DJIA, aukso kaina, hashrate, S&P 500 akcijų indeksas bei „Google trends“ paieškų skaičius),  $\beta_0$  – laisvasis narys,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  – sudarytos regresijos koeficientai, kurie parodo, kokią įtaką turi nepriklausomi kintamieji Bitcoin kainai,  $\varepsilon$  – sudarytos regresijos paklaida.

Tyrimas yra atliekamas naudojantis statistikos analizės programą Gretl. Atskiros regresijos yra sudaromos visiems atkiriems analizuojamiems laikotarpiais bei visam pilnam tiriamam laikotarpiui. Daugianarių regresijų rezultatai yra pateikiami kaip  $p$  – reikšmės. Šis rodiklis parodo ar pasirinkti regresijų modelio koeficientai yra statistiškai reikšmingi. Jeigu  $p$  reikšmė yra lygi arba didesnė už 0.05, vadinasi, gautas rezultatas nėra statistiškai reikšmingas, o jeigu  $p$  reikšmė yra

mažesnė už 0.05, tai egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp analizuojamų kintamųjų bei, kad nepriklausomas kintamasis turi įtakos priklausomajam kintamajam.

Tam, kad įvertinti visų analizuojamų laikotarpių (prieš Covid-19 pandemiją, Covid-19 pandemijos metu, tarp Covid-19 pandemijos, Ukrainos – Rusijos karo pradžios bei Ukrainos – Rusijos karo metu ir viso analizuojamo laikotarpio) daugianarės regresijos modelių tinkamumus bei sąlygas yra atliekami nurodyti klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testai:

**R – kvadratas.** Sudarytuose regresijos modeliuose analizuojamos R – kvadrato reikšmės. Determinacijos koeficientas atspindi analizuojamo priklausomojo kintamojo svyravimų dalį (Bitcoin kainos), kurią galima paaiškinti naudojantis nepriklausomaisiais kintamaisiais. R – kvadrato reikšmės gali būti nuo 0 iki 1 imtinai. Jeigu šis rodiklis įgyja 0 reikšmę, tai vadinasi, kad Bitcoin kaina nėra priklausomas nuo nepriklausomų kintamųjų tačiau jeigu šis rodiklis įgyja 1 reišmę, tai priklausomojo kintamojo svyravimai gali būti paaiškinami pasitelkus nepriklausomus kintamuosius.

**Multikolinearumas.** Sudarytuose regresijos modeliuose nagrinėjama ar tarp analizuojamų nepriklausomų kintamųjų pasireiškia koreliacija. Nepriklausomi kintamieji negali koreliuoti tarpusavyje, nes tai padidintų rezultatų netikslumą ir nebūtų įmanoma nustatyti tikslios nepriklausomojo kintamojo daromos įtako priklausomam kintamajam. Naudojantis VIF statistika nustatomas multikolinearumo lygis sudarytose regresijos lygtyse. Jei VIF reikšmė viršija 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje.

**Koreliacija.** Tikrinamas statistinis ryšys tarp nepriklausomų kintamųjų. Jeigu koreliacija tarp kintamųjų yra lygi 1, tai tarp kintamųjų egzistuoja teigiamas ryšys, o jeigu -1 tai neigiamas ryšys. Jeigų koeficientai yra intervale nuo -0.8 iki 0.8, tai sudarytame regresijos modelyje nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje, o jeigu gauti koeficientai yra intervale, tai vadinasi egzistuoja koreliacija dar nepriklausomų kintamųjų sudarytoje regresijos lygtyje.

**Normalumo prielaida.** Tikrinama ar sudarytose regresijos lygtyse paklaidos yra pasiskirsčiusios simetriškai. Jei egzistuoja paklaidų asimetriškumas, vadinasi gauti empirinio tyrimo rezultatai gali būti netikslūs. Tam, kad patikrinti ar paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai yra naudojamas Chi – kvadratų testas. Jeigu šio testo p reikšmė yra mažesnė arba lygi 0.05, tai paklaidos nėra pasiskirsčiusios normaliai, o jeigu p reiškmė yra didesnė už 0.05, tai vadinasi paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai.

## 2. BITCOIN KAINOS VEIKSNIŲ PADIDĖJUSIO NETIKRUMO LAIKOTARPIU TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ

Šiame skyriuje yra atliekamas tyrimas apie Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksnius padidėjusio neuztikrintinumo laikotarpiu. Šis tyrimas siekia patvirtinti arba atmesti metodologijos dalyje įvardytas hipotezes. Šiame skyriuje analizuojama, kokie veiksniai turi įtakos Bitcoin kainai skirtingų laikotarpiu metu. Pasirinkti tyrimo laikotarpiai: laikotarpis prieš Covid-19 pandemiją (nuo 2014/09/17 iki 2019/12/30), laikotarpis nuo pandemijos pradžios iki 2020/12/31, trečiasis analizuojamas laikotarpis 2021/01/01 – 2022/02/23 bei paskutinis tyrimas laikotarpis yra nuo karinio konflikto pradžios iki 2022/09/15. Prieš atlikdami tyrime numatytus skaičiavimus palyginame akcijų indeksų kainos pokyčius visame tyrimo laikotarpyje, nuo 2014/09/17 iki 2022/09/15 (5 paveikslas).

### 5 paveikslas

*Bitcoin kaina skirtingų analizuojamų laikotarpių metu*



*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Investing.com (2023).*

Iš pateikto paveikslo matome, kad Bitcoin kaina po truputį vis augo prieš Covid-19 pandemiją, kol 2017 m. pabaigoje pirmą kartą pasiekė apie 20 tūkstančių JAV dolerių (USD). Tačiau 2018 m. ši kriptovaliuta patyrė gana didelį nuosmukį – kaina tapo žemesnė negu 5 tūkstančiai JAV dolerių. Pandemijos metu kaina laikėsi apie 10 tūkst. dolerių, kol spalio mėnesį staigiai nepakilo. Laikotarpiu tarp pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios, Bitcoin kaina patyrė smarkius svyravimus bei pasiekė didžiausią kainą, kokią iki šiol buvo – net virš 65 tūkstančių. Karinio konflikto laikotarpio metu, Bitcoin kaina ganėtinai smarkiai mažėjo. Pasak Bouazizi (2023), kriptovaliutų svyravimai padidėjusiu neuztikrintinumo laikotarpiu atspindi finansinį sąmyšį, kurį gali sukelti didėjanti infliacija. Neuztikrintinu laikotarpiu, investuotojai yra linkę išsiparduoti turimas rizikingas investicijas (ibid).

### 3.1 Pirmojo analizuojamo laikotarpio rezultatai

Pirmasis laikotarpis apima laikotarpį prieš Covid-19 pandemiją (2014/09/17 – 2019/12/30). Empiriniam tyrimui atlikti yra sudaromas regresijos modelis. Tada, yra atliekami klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testai sudarytam regresijos modeliui. Atlikus testus, aprašomi gauti regresijos modelio rezultatai. Sudarytos regresijos lygtis išreiškiama taip (2):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (2)$$

Kur Y – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji:  $X_1$  – JAV dolerio indekso kaina (USD),  $X_2$  – DJIA kaina (DJIA),  $X_3$  – aukso kaina (Gold),  $X_4$  – hashrate (HRT),  $X_5$  – S&P 500 akcijų indekso kaina (SP500),  $X_6$  – „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR). Regresinės analizės rezultatai pavaizduoti 5 lentelėje.

### 5 lentelė

*Pirmojo laikotarpio regresinės analizės modelio rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
Const	-3,32010	0,412636	-8,046	<0,0001
Gold	0,00132827	0,000150442	13,13	<0,0001
DJIA	0,000595795	3,03845e-05	19,90	<0,0001
SP500	-0,00188899	0,000565598	-5,312	<0,0001
USD	-0,0250970	0,00193269	-12,99	<0,0001
GTR	0,00476011	0,000331501	11,40	<0,0001
HRT	<b>0,000000</b>	0,000000	-20,07	<0,0001
Mean dependent var	7,414014		S.D. dependent var	1,421897

**5 lentelės tęsinys**

Sum squared resid	169,0193		S.E. of regression	0,357428
Uncentered R-squared	0,937096		Centered R-squared	0,936811
F(6, 1323)	3284,869		P-value(F)	0,000000
Log-likelihood	-515,3458		Akaike criterion	1044,692
Schwarz criterion	1081,042		Hannan-Quinn	1058,315
rho	0,940009		Durbin-Watson	0,121012

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal 5 lentelėje pateiktus duomenis, kad sudarytas regresijos modelis aprašo apie 99.77 proc. stebėjimų, kurie gali būti paaiškinami sudaryto modelio bei, kad yra gerai pritaikytas ir paaiškina didelę analizuojamų duomenų kintamumo dalį. Visų analizuojamų kintamųjų reikšmės yra mažesnės negu 0.05 (*angl.* p - value), tai reiškia, kad visi analizuojami nepriklausomi kintamieji (auksas (Gold), DJIA (DJIA), S&P 500 (SP500), USD indeksas (USD), „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR), hashrate (HRT)) yra statistiškai reikšmingi pasirinktame modelyje. Vadinasi, nepriklausomi kintamieji turi statistiškai reikšmingą įtaką priklausomam kintamajam – Bitcoin kriptovaliutos kainai.

Sudarytame regresijos modelyje nagrinėjama ar analizuojami nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje koreliuoti. Nepriklausomi kintamieji negali koreliuoti tarpusavyje, nes tai padidintų rezultatų netikslumą ir nebūtų įmanoma nustatyti tikslios nepriklausomojo kintamojo daromos įtako priklausomam kintamajam. Multikolinearumas yra atliekamas naudojantis VIF (*angl.* variance inflation factor) statistiką, kuri matuoja kiekvieno analizuojamo nepriklausomo kintamojo įtaką kitiems analizuojamiems nepriklausomiems kintamiesiems sudarytame regresijos modelyje. Jei VIF statistikos reikšmė viršija 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji gali koreliuoti tarpusavyje. Tyrimo rezultatai pavaizduoti 6 lentelėje ir 1 priede.

**6 lentelė**

*Pirmojo laikotarpio modelio nepriklausomų kintamųjų VIF statistika*

<b>Nepriklausomas kintamasis</b>	<b>VIF</b>
Gold	2,251
DJIA	<b>132,199</b>
SP500	<b>149,701</b>
USD	1,364



**6 lentelės tęsinys**

GTR	<b>1,144</b>
HRT	5,372

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Pagal pateiktos 6 lentelės duomenis matome, kad daugumos nepriklausomų kintamųjų atliktos VIF statistikos reikšmės yra mažesnės už 10, tačiau dviejų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra didesnės už 10, tai – DJIA bei SP500 kintamųjų, todėl tarp šių kintamųjų egzistuoja multikolinearumo problema. Dėl šios priežasties yra pašalinamas didžiausią VIF statistikos reikšmę turintis kintamasis – S&P 500 akcijų indeksas. Taip pat, kadangi hashrate (HRT) beta koeficientas yra lygus nuliui, tai hashrate nepriklausomas kintamasis neturi statistiškai reikšmingo ryšio su priklausomu kintamuoju. Todėl S&P 500 bei hashrate nepriklausomi kintamieji irgi yra šalinami iš sudarytos daugianarės tiesinės regresijos lygties.

Pašalinus vieną nepriklausomąjį kintamąjį yra sudaromas naujas regresijos modelis, kuris yra pavaizduotas 7 lentelėje.

**7 lentelė**

*Pirmojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	2,01303	0,399172	5,043	<0,0001
Gold	0,000455911	0,000159412	2,860	<0,0001
DJIA	0,000351953	4,16231e-06	84,56	<0,0001
USD	-0,0304045	0,00364461	-8,342	<0,0001
GTR	0,00427504	0,000662784	6,450	<0,0001
Mean dependent var	7,414014		S.D. dependent var	1,421897
Sum squared resid	238,9270		S.E. of regression	0,424644
Uncentered R-squared	0,911079		Centered R-squared	0,910811
F(5, 1325)	3393,972		P-value(F)	0,000000
Log-likelihood	-745,5322		Akaike criterion	1501,064
Schwarz criterion	1527,029		Hannan-Quinn	1510,795
rho	0,981311		Durbin-Watson	0,042333

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Naujai sudaryto regresijos modelio determinacijos koeficientas aprašo 91.10 procentų naujo modelio stebėjimų. Visų analizuojamų nepriklausomų kintamųjų p reikšmės yra mažesnės negu

0.0001, todėl šis modelis yra tinkamas naudoti tyrimui atlikti. Naujai sudaryta regresijos lygtis išreiškiama taip (3):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (3)$$

Kur Y – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji:  $X_1$  – JAV dolerio indeksas (USD),  $X_2$  – DJIA kaina (DJIA),  $X_3$  – auksas (Gold),  $X_6$  - „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR).

Analogiškai, naujai sudarytame regresijos modelyje nagrinėjama ar analizuojami nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje koreliuoti. Multikolinearumas yra atliekamas naudojantis VIF (*angl.* variance inflation factor) statistiką, kuri matuoja kiekvieno analizuojamo nepriklausomo kintamojo įtaką kitiems analizuojamiems nepriklausomiems kintamiesiems sudarytame regresijos modelyje. Jei VIF statistikos reikšmė viršija 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji gali koreliuoti tarpusavyje. Tyrimo rezultatai pavaizduoti 8 lentelėje ir 2 priede.

### 8 lentelė

*Pirmojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika*

<b>Nepriklausomas kintamasis</b>	<b>VIF</b>
Gold	1,791
DJIA	1,798
USD	1,120
GTR	1,113

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal pateiktus rezultatus matome, kad nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Visų naujai sudaryto regresijos modelio nepriklausomų kintamųjų VIF statistikos reikšmės yra mažesnės už 10. Taip pat, 9 lentelės pirmojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matricoje matosi, kad nėra koreliacijos tarp analizuojamų nepriklausomų kintamųjų (žr. 3 priede).

### 9 lentelė

*Pirmojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica*

<b>Gold</b>	<b>DJIA</b>	<b>USD</b>	<b>GTR</b>	
1.0000	0.6605	-0.0296	0.0060	<b>Gold</b>

## 9 lentelės tęsinys

	1.0000	0.0466	0.0383	<b>DJIA</b>
		1.0000	-0.3099	<b>USD</b>
			1.0000	<b>GTR</b>

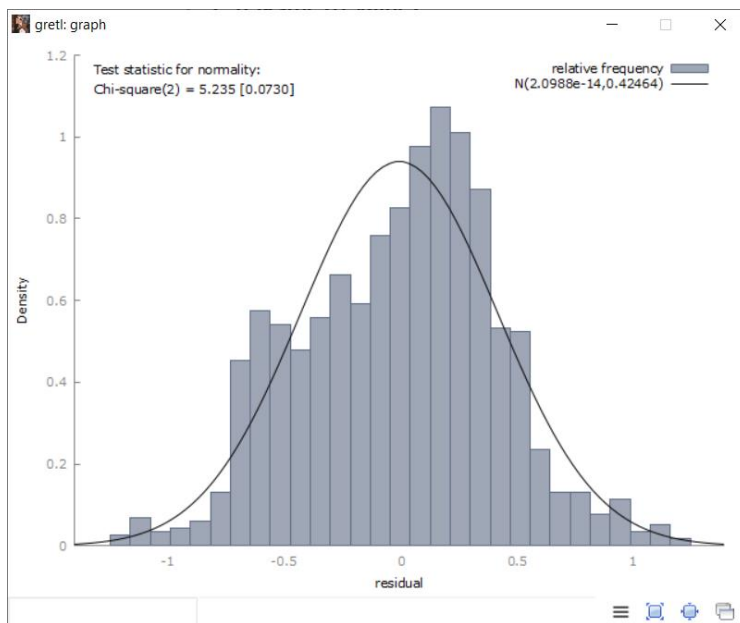
Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Pagal 9 lentelės duomenis matome, kad visi gauti rezultatai tik patvirtina anksčiau gautus multikolinearumo analizės VIF statistikos rezultatus, kadangi visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra didesnės negu -0.8 ir mažesnės už 0.8.

Kad išsiaiškinti ar sudaryto modelio paklaidos yra simetriškos bei normaliai pasiskirsčiusios analizuojame sudaryto modelio nuokrypį nuo faktinių duomenų. Esant „nenormaliam“ paklaidų pasiskirstymui, sudaryto regresijos modelio rezultatai gali būti netinkami. Tyrimui atlikti naudojamas Chi-square („Chi - kvadrato“) testas. Testo rezultatai pavaizduoti 6 paveiksle.

## 6 paveikslas

*Pirmojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai*



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Iš pateikto paveikslo matome, kad Chi-kvadrato reikšmė yra 5.235, o p reikšmė yra 0.07299. Sudaryto modelio p reikšmė yra didesnė už pasirinktą reikšmingumo lygį, kuris yra 0.05, todėl galime

teigti, kad sudarytas modelis atitinka klasikinės tiesinės regresijos prielaidą, kad paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios (žr. priedas 4).

Atlikus klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testus, gauta regresijos lygtis išreiškiama taip (4):

$$Y = 2,01303 - 0,0304045X_1 + 0,000351953X_2 + 0,000455911X_3 + 0,00427504X_6 + \varepsilon \quad (4)$$

Sudarytos regresijos lygties konstantos koeficientas yra 2.01303, todėl jeigu visi nepriklausomi kintamieji yra lygūs nuliui, tai ši konstanta yra lygi Bitcoin kriptovaliutos kainos logaritmui. Pasak tyrimo rezultatų, nepriklausomi kintamieji, kurie turi įtakos Bitcoin kainai yra: JAV dolerio indeksas ( $X_1$ ), DJIA indeksas ( $X_2$ ), auksas ( $X_3$ ), „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičius ( $X_6$ ).

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_1$  nusako kaip JAV dolerio indekso kaina veikia Bitcoin kainą. Neigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant JAV dolerio indekso kainai, mažėja Bitcoin kainos logaritmas. Mokni ir Ajmi (2021) analizavo ryšį tarp JAV dolerio ir Bitcoin prieš pandeminiu laikotarpiu ir per Covid-19 pandemiją. Tyrimo metu nustatyta, kad JAV dolerio kainai didėjant, didėja ir Bitcoin kaina, ir atvirkščiai. Mokslinėje literatūroje analizuotų autorių tyrimas apima kitokį analizuojamą laikotarpį negu autorinio darbo tyrimas. Pasak sudaryto modelio gautų rezultatų, JAV doleris neigiamai veikia Bitcoin kainą, todėl patvirtiname išsikelto  $H_1$  hipotezę: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_2$  nusako kaip DJIA indekso kaina veikia Bitcoin kainos pokyčius. Teigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant DJIA indekso kainai, didėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Mokslinės literatūros autorius Wijk (2013) nustatė, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp DJIA kainos ir Bitcoin kainos. Pasak autoriaus, DJIA indeksas atspindi JAV šalies ekonomiką, todėl reikia sekti JAV ekonominę padėtį. Tyrimo metu yra išsikelto  $H_2$  hipotezė: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Tyrimo metu ši hipotezė yra patvirtinama.

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_3$  nusako kaip aukso kaina veikia Bitcoin kainą. Teigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant aukso kainai, didėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Ji ir kt. (2019) analizavo ryšį tarp Bitcoin ir aukso prieš Covid-19 pandemiją. Tyrimo rezultatai parodė, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp Bitcoin kainos ir aukso kainos. Teigta, kad didėjant aukso kainai, Bitcoin kaina mažėja. Tačiau atlikto tyrimo rezultatai rodo

priešingus rezultatus negu analizuotas tyrimas literatūros analizėje. Nustatyta, egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp aukso kainos ir Bitcoin kainos tačiau nustatyta, kad aukso kainai didėjant, Bitcoin kainos logaritmas didėja dėl to ir Bitcoin kaina irgi didėja. Lyginant su analizuoto autoriaus empirinio tyrimo rezultatais, buvo analizuojami skirtingi laikotarpiai bei skirtingi kintamieji prie aukso, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai, tai gali turėti įtakos skirtingiems gautiems rezultatams. Todėl, yra atmetama  $H_3$  hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_6$  nusako kaip „Google Trends“ paieškų skaičius veikia Bitcoin kainos logaritmą. Autoriai Kristoufek (2013), Matta ir kt. (2015) bei Ciaian ir kt. (2016) analizavo ryšį tarp „Google Trends“ paieškų skaičiaus ir Bitcoin kainos prieš pandemiją. Visų analizuotų autorių teigimu, „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Atlikto tyrimo rezultatai patvirtina šiuos rezultatus, todėl galime patvirtinti  $H_6$  hipotezė: „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą.

### 3.2 Covid-19 pandemijos laikotarpio rezultatai

Antrasis laikotarpis apima Covid-19 pandemijos laikotarpį (2019/12/31 – 2020/12/31). Analogiškai kaip pirmojo laikotarpio atliktas empirinis tyrimas, yra sudaromas regresijos modelis. Tada, yra atliekami klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testai sudarytam regresijos modeliui. Atlikus testus, aprašomi gauti regresijos modelio rezultatai. Sudarytos regresijos lygtis išreiškiama taip (5):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (5)$$

Kur  $Y$  – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji:  $X_1$  – JAV dolerio indekso kaina (USD),  $X_2$  – DJIA kaina (DJIA),  $X_3$  – aukso kaina (Gold),  $X_4$  – hashrate (HRT),  $X_5$  – S&P 500 akcijų indekso kaina (SP500),  $X_6$  – „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR). Regresinės analizės rezultatai pavaizduoti 10 lentelėje.

### 10 lentelė

*Antrojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	11.5362	0.860494	13.41	<0,0001
Gold	-0.00121337	0.000131270	-9.243	<0,0001
DJIA	-0.000272465	2.11795e-05	-12.86	<0,0001
SP500	0.00304672	0.000202496	15.05	<0,0001
USD	-0.0270531	0.00668077	-4.049	<0,0001

**10 lentelės tęsinys**

GTR	0.000696289	0.000542705	1.283	<b>0.2007</b>
HRT	<b>0,000000</b>	0,000000	-0.5848	<b>0.5592</b>
Mean dependent var	9,258272		S.D. dependent var	0,328896
Sum squared resid	3.721269		S.E. of regression	0.122743
R-squared	0.864027		Adjusted R-squared	0.860724
F(5, 248)	261.5891		P-value(F)	5.6e-104
Log-likelihood	175.9449		Akaike criterion	-337.8897
Schwarz criterion	-313.1284		Hannan-Quinn	-327.9285
rho	0.867737		Durbin-Watson	0.273910

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Pagal 10 lentelėje pateiktus duomenis, kad sudarytas regresijos modelio determinacijos koeficientas yra apie 86.40 proc., o tai reiškia, kad tiek procentų stebėjimų galima paaiškinti sudarytu modeliu. Antrojo laikotarpio sudarytas regresijos modelis paaiškina mažiau stebėjimų negu pirmojo laikotarpio modelis tačiau vis tiek yra tinkamas analizuoti ryšį tarp priklausomojo kintamojo ir nepriklausomų kintamųjų. Sudaryto modelio ne visų analizuojamų kintamųjų reikšmės yra mažesnės negu 0.05 (*angl.* p - value). Nepriklausomi kintamieji, tokie kaip „Google Trend“ Bitcoin paieškų skaičius bei hashrate turi p reikšmę didesnę už 0.05, todėl šie nepriklausomi kintamieji nėra statistiškai reikšmingi sudarytame modelyje. Dėl šios priežasties iš modelio yra išmetami visi statistiškai nereikšmingi nepriklausomi kintamieji. Taip pat, yra tikrinama ar nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje, kadangi tai padidina rezultatų netikslumą. Atlikus VIF statistiką matome, kad SP500 bei DJIA kintamieji koreliuoja tarpusavyje. Dėl to yra išmetas nepriklausomas kintamasis iš regresijos, kuris turi didžiausią reikšmę – SP500 (žr. 6 priede).

Pakoreguoto regresijos modelio rezultatai pavaizduoti 3 priede. Matome, kad auksas turi p reikšmę, kuri yra didesnė už 0.05, todėl šis kintamasis yra šalinamas iš sudarytos regresijos. Tinkamos regresijos atlikti tyrimui rezultatai yra pavaizduoti 11 lentelėje.

**11 lentelė***Antrojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	14,4948	0,591526	24,50	<0,0001
DJIA	3,76633e-05	6,07378e-06	6,201	<0,0001
USD	-0,0652260	0,00482916	-13,51	<0,0001
Mean dependent var	9,258272		S.D. dependent var	0,328896

**11 lentelės tęsinys.**

Sum squared resid	7,135549	S.E. of regression	0,168607
R-squared	0,739271	Adjusted R-squared	0,737193
F(2, 251)	355,8424	P-value(F)	5,39e-74
Log-likelihood	93,26474	Akaike criterion	-180,5295
Schwarz criterion	-169,9175	Hannan-Quinn	-176,2604
rho	0,955644	Durbin-Watson	0,097093

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Naujai sudaryto regresijos modelio determinacijos koeficientas aprašo 73.93 procentų naujo modelio stebėjimų. Visų analizuojamų nepriklausomų kintamųjų p reikšmės yra mažesnės negu 0.0001, todėl šis modelis yra tinkamas naudoti tyrimui atlikti. Naujai sudaryta regresijos lygtis išreiškiama taip (6):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (6)$$

Kur Y – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji: X<sub>1</sub> – DJIA kaina (DJIA), X<sub>2</sub> – USD indeksas (USDI). Toliau tyrimui atlikti bus naudojama šis naujai sudarytas regresinis modelis.

Naujai sudarytame regresijos modelyje nagrinėjama ar analizuojami nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje koreliuoti. Jeigu nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje, tai padidėja rezultatų netikslumas. Kaip ir pirmajam laikotarpiui, multikolinearumas yra atliekamas naudojantis VIF (*angl.* variance inflation factor) statistiką, kuri matuoja kiekvieno analizuojamo nepriklausomo kintamojo įtaką kitiems analizuojamiems nepriklausomiems kintamiesiems sudarytame regresijos modelyje (12 lentelė ir žr. 7 priedas).

**12 lentelė**

*Antrojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika*

Nepriklausomas kintamasis	VIF
DJIA	2,083
USD	2,083

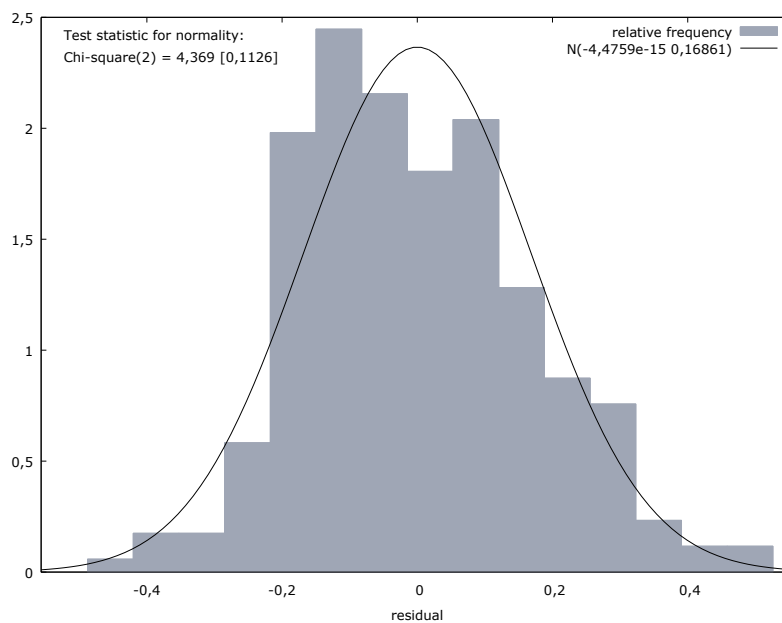
*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Jei VIF statistikos reikšmė yra mažesnė negu 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Pagal atlikto tyrimo rezultatus matome, kad abiejų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra mažesnės už 10, todėl šie analizuojami nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje.

Tam, kad nustatyti ar sudaryto naujo modelio paklaidos yra normaliai išsidėsčiusios yra atliekamas paklaidų normalumo testas. Testui atlikti naudojamas Chi - kvadrato (*angl.* Chi – square) pasiskirstymas ir yra vertinama ar paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai. Testui atlikti yra išsikelta hipotezė, jog paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai (7 paveikslas).

## 7 paveikslas

*Antrojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai*



*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Testo metu yra patvirtinama išsikelta hipotezė apie normalų paklaidų pasiskirstymą (žr. 8 priedas), kadangi gauta Chi – kvadrato testo p – vertė yra didesnė už 0.05 reikšmę. Todėl galime teigti, kad paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios. Taip pat, 13 lentelės antrojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matricoje matosi, kad koreliacija nepasireiškia tarp DJIA indekso bei JAV dolerio indekso.



### 13 lentelė

*Antrojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica*

<b>DJIA</b>	<b>USD</b>	
1.0000	-0.7211	<b>DJIA</b>
	1.0000	<b>USD</b>

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal lentelėje pateiktus duomenis matome, kad gauti rezultatai patvirtina multikolinearumo analizės gautus rezultatus, kadangi visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra tarp -0.8 iki 0.8 intervalo. Atlikus visus testus, gauta regresijos lygtis yra išreiškiama taip (7):

$$Y = 14,4948 - 0,0652260 X_1 + 3,76633e - 05X_2 + \varepsilon \quad (7)$$

Ši regresijos lygtis apibūdina ryšį tarp tryjų kintamųjų: Bitcoino kainos, DJIA kainos bei JAV dolerio indekso kainos. Kaip minėta anksčiau, šis regresijos modelis aprašo 73.93 procentų modelio stebėjimų, vadinasi tiek procentų Bitcoin kainos svyravimų galima paaiškinti tokiais nepriklausomais kintamaisiais kaip JAV dolerio indeksas ( $X_1$ ) bei DJIA indeksas ( $X_2$ ).  $\beta_0$  – laisvasis narys, kuris yra 14,4948. Vadinasi, jei visi kiti nepriklausomi kintamieji būtų nuliniai, tai Bitcoin kainos logaritmo vertė būtų lygi laisvajam nariui. Modelio koeficientai nusako kaip vieno analizuojamo kintamojo pokytis gali turėti įtakos kitam kintamajam.

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_1$  nusako kaip JAV dolerio indekso kaina veikia Bitcoin kainą. Neigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant JAV dolerio indekso kainai, mažėja Bitcoin kainos logaritmas. Mokni ir Ajmi (2021) analizavo ryšį tarp JAV dolerio ir Bitcoin per Covid-19 pandemiją. Tyrimo metu nustatyta, kad JAV dolerio kainai didėjant, didėja ir Bitcoin kaina, ir atvirkščiai. Antrojo laikotarpio tyrimo rezultatai, taip pat, kaip ir pirmojo, yra kitokie negu analizuotų mokslinių autorių literatūros analizėje. Pasak sudaryto modelio gautų rezultatų, JAV doleris neigiamai veikia Bitcoin kainą, todėl patvirtiname išsikeltą  $H_1$  hipotezę: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_2$  nusako kaip DJIA indekso kaina veikia Bitcoin kainos pokyčius. Teigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant DJIA indekso kainai, didėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Tyrimo metu yra išsikelta  $H_2$  hipotezė: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Tyrimo metu ši hipotezė yra patvirtinama.

### 3.3 Laikotarpio tarp pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios rezultatai

Trečiasis laikotarpis apima laikotarpį tarp Covid-19 pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios (2021/01/01 – 2022/02/23). Analogiškai kaip pirmojo ir antrojo laikotarpio atlikti empiriniai tyrimai, yra sudaromas regresijos modelis. Tada, yra atliekami klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testai sudarytam regresijos modeliui. Atlikus testus, aprašomi gauti regresijos modelio rezultatai. Sudarytos regresijos lygtis išreiškiama taip (8):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (8)$$

Kur Y – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji: X<sub>1</sub> – JAV dolerio indekso kaina (USD), X<sub>2</sub> – DJIA kaina (DJIA), X<sub>3</sub> – aukso kaina (Gold), X<sub>4</sub> – hashrate (HRT), X<sub>5</sub> – S&P 500 akcijų indekso kaina (SP500), X<sub>6</sub> – „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR). Regresinės analizės rezultatai pavaizduoti 14 lentelėje.

#### 14 lentelė

*Trečiojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	18,7910	1,05533	17,81	<0,0001
Gold	-0,00285999	0,000215812	-13,25	<0,0001
DJIA	-4,00840e-06	2,19966e-05	-0,1822	<b>0,8555</b>
SP500	0,000468070	0,000156927	2,983	0,0031
USD	-0,0589742	0,00983996	-5,993	<0,0001
GTR	0,00238418	0,000693541	3,438	0,0007
HRT	<b>0,000000</b>	0,000000	10,54	<0,0001
Mean dependent var	10,73097		S.D. dependent var	0,203750
Sum squared resid	6,082188		S.E. of regression	0,147122
R-squared	0,489514		Adjusted R-squared	0,478614
F(5, 282)	44,90927		P-value(F)	2,30e-38
Log-likelihood	146,8395		Akaike criterion	-279,6791
Schwarz criterion	-254,0383		Hannan-Quinn	-269,4038
rho	0.789759		Durbin-Watson	0.419780

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal 14 lentelėje pateiktus duomenis, kad sudarytas regresijos modelis aprašo apie 48.95 proc. stebėjimų, kurie gali būti paaiškinami sudaryto modelio. Aukso, S&P 500, JAV dolerio indekso, „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičiaus bei hashrate nepriklausomų kintamųjų analizuojamų

kintamųjų reikšmės yra mažesnės negu 0.05 (*angl.* p - value), tai reiškia, kad visi šie analizuojami nepriklausomi kintamieji yra statistiškai reikšmingi pasirinktame modelyje. DJIA indekso p reikšmė yra didesnė už 0.05, todėl šis kintamasis yra išmetamas iš sudarytos regresijos modelio. Tai pat, kadangi hashrate turi koeficiento reikšmę lygią 0, tai šį kintamąjį irgi išmetame iš regresijos modelio.

Pakoreguotos regresijos modelio rezultatai pavaizduoti 9 priede. JAV doleris turi p reikšmę, kuri yra didesnė už 0.05, todėl yra statistiškai nereikšmingas ir yra išimamas iš pakoreguotos regresijos lygties. Naujai sudarytos trečiojo laikotarpio regresijos rezultatai pavaizduoti 15 lentelėje.

## 15 lentelė

*Trečiojo laikotarpio naujai sudaryto regresinės analizės modelio rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	13,8602	0,431454	32,12	<0,0001
Gold	-0,00214014	0,000225513	-9,490	<0,0001
SP500	0,000143679	3,60408e-05	3,987	<0,0001
GTR	0,00270582	0,000801538	3,376	0,0008
Mean dependent var	10,73097		S.D. dependent var	0,203750
Sum squared resid	8,603439		S.E. of regression	0,174051
R-squared	0,277902		Adjusted R-squared	0,270274
F(5, 282)	36,43277		P-value(F)	5,97e-20
Log-likelihood	96,90068		Akaike criterion	-185,8014
Schwarz criterion	-171,1495		Hannan-Quinn	-179,9298
rho	0,933511		Durbin-Watson	0,132972

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal 15 lentelėje pateiktus duomenis, kad sudarytas regresijos modelis aprašo apie 27.79 proc. stebėjimų, kurie gali būti paaiškinami sudaryto modelio. Visų analizuojamų kintamųjų reikšmės yra mažesnės negu 0.05 (*angl.* p - value), tai reiškia, kad visi analizuojami nepriklausomi kintamieji: auksas (Gold), S&P 500 (SP500) bei „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR), yra statistiškai reikšmingi pasirinktame modelyje. Naujai sudaryta regresijos lygtis išreiškiama taip:

$$Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (9)$$

Kur  $Y$  – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji:  $X_3$  – aukso kaina (Gold),  $X_5$  – S&P 500 (SP500) ir  $X_6$  – „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR). Toliau tyrimui atlikti bus naudojama šis naujai sudarytas regresinis modelis.

Naujai sudarytame trečiojo laikotarpio regresijos modelyje nagrinėjama ar analizuojami nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje koreliuoti. Jeigu nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje, tai padidėja rezultatų netikslumas. Ankstesniems laikotarpiams, multikolinearumas yra atliekamas naudojantis VIF (*angl.* variance inflation factor) statistiką, kuri matuoja kiekvieno analizuojamo nepriklausomo kintamojo įtaką kitiems analizuojamiems nepriklausomiems kintamiesiems sudarytame regresijos modelyje (16 lentelė ir žr. 10 priedas).

### 16 lentelė

*Trečiojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika*

<b>Nepriklausomas kintamasis</b>	<b>VIF</b>
Gold	1,065
SP500	1,003
GTR	1,067

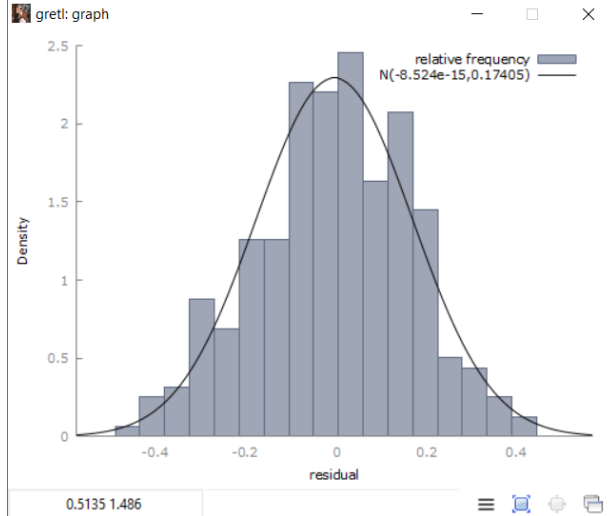
*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Jei VIF statistikos reikšmė yra mažesnė negu 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Pagal atlikto tyrimo rezultatus matome, kad visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra mažesnės už 10, todėl šie analizuojami nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje.

Tam, kad nustatyti ar sudaryto naujo modelio paklaidos yra normaliai išsidėsčiusios yra atliekamas paklaidų normalumo testas. Testui atlikti naudojamas Chi - kvadrato (*angl.* Chi – square) pasiskirstymas ir yra vertinama ar paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai. Testui atlikti yra išsikelta hipotezė, jog paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai (8 paveikslas).

## 8 paveikslas

### Trečiojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai



Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Testo metu yra patvirtinama išsikelta hipotezė apie normalų paklaidų pasiskirstymą (žr. 11 priedas), kadangi gauta Chi – kvadrato testo p – vertė yra 0.20867, o tai yra daugiau už 0.05 reikšmę. Todėl galime teigti, kad paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios. Taip pat, 17 lentelės antrojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matricoje matosi, kad koreliacija nepasireiškia tarp DJIA indekso bei JAV dolerio indekso.

## 17 lentelė

### Trečiojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica

Gold	SP500	GTR	
1.0000	-0.0085	0.2456	<b>Gold</b>
	1.0000	0.0508	<b>SP500</b>
		1.0000	<b>GTR</b>

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.

Pagal lentelėje pateiktus duomenis matome, kad gauti rezultatai patvirtina multikolinearumo analizės gautus rezultatus, kadangi visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra tarp -0.8 iki 0.8 intervalo. Atlikus visus testus, gauta regresijos lygtis yra išreiškiama taip:

$$Y = 13,8602 - 0,00214014X_3 + 0,000143679X_5 + 0,00270582X_6 + \varepsilon \quad (10)$$

Ši regresijos lygtis apibūdina ryšį tarp keturių analizuojamų kintamųjų: Bitcoino kainos, aukso kainos ( $X_3$ ), S&P 500 akcijų indekso kainos ( $X_5$ ) bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičiaus ( $X_6$ ). Kaip minėta anksčiau, šis regresijos modelis aprašo 27.79 procentų modelio stebėjimų, vadinasi tiek procentų Bitcoin kainos svyravimų galima paaiškinti tokiais nepriklausomais kintamaisiais.  $\beta_0$  – laisvasis narys, kuris yra 13,8602. Vadinasi, jei visi kiti nepriklausomi kintamieji būtų nuliniai, tai Bitcoin kainos logaritmo vertė būtų lygi laisvajam nariui. Modelio koeficientai nusako kaip vieno analizuojamo kintamojo pokytis gali turėti įtakos kitam kintamajam.

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_3$  nusako kaip aukso kaina veikia Bitcoin kainą. Neigiamas koeficientas (-0,00214014) reiškia, kad mažėjant aukso kainai, mažėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Nėra rasta mokslinės literatūros autorių, kurie analizuotų aukso kainos ir Bitcoin kainos ryšį laikotarpiu tarp Covid-19 pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios. Todėl, remiantis atlikto tyrimo rezultatais, yra atmetama  $H_3$  hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_5$  parodo kokią įtaką S&P 500 akcijų indekso kainą turi Bitcoin kainos pokyčiams. Analizuoti mokslinės literatūros autoriai Fantazzini ir Kolodin (2020) bei Gozbasi ir kt. (2021) nagrinėjo ryšį tarp S&P 500 akcijų indekso kainos bei Bitcoin kainos prieš pandemiją. Pasak autorių atliktų tyrimų, jeigu S&P 500 akcijų indekso kaina didėja, tai ir Bitcoin kaina didėja. Nors ir nebuvo rasta mokslinės literatūros autorių, kurie analizuotų S&P 500 akcijų indekso kainos įtaka Bitcoin kainai nuo pandemijos laikotarpio iki Ukrainos – Rusijos karo pradžios, bet remiantis išanalizuotais tyrimais literatūros analizės dalyje, atlikto tyrimo teigiamas koeficientas patvirtina analizuotų mokslinės literatūros autorių išvadas dėl ryšio tarp dviejų analizuojamų kintamųjų. Todėl, yra patvirtinama  $X_5$  hipotezė: S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_6$  nusako kaip „Google Trends“ paieškų skaičius veikia Bitcoin kainos logaritmą. Autoriai Kristoufek (2013), Matta ir kt. (2015), Ciaian ir kt. (2016) bei Béjaoui ir kt. (2021) analizavo ryšį tarp „Google Trends“ paieškų skaičiaus ir Bitcoin kainos prieš pandemiją. Verma ir kt. (2023) nagrinėjo ryšį tarp šių kintamųjų ir prieš ir per pandemiją. Visų analizuotų autorių teigimu, „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Atlikto tyrimo rezultatai patvirtina šiuos rezultatus, todėl galime patvirtinti  $H_6$  hipotezė: „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą.

### 3.4 Ukrainos – Rusijos karo laikotarpio rezultatai

Ketvirtasis laikotarpis apima Ukrainos – Rusijos karo pradžios laikotarpį (2022/02/24 – 2022/09/15). Analogiškai kaip atlikti ankstesnių laikotarpių empiriniai tyrimai, yra sudaromas regresijos modelis. Tada, yra atliekami klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testai sudarytam regresijos modeliui. Atlikus testus, aprašomi gauti regresijos modelio rezultatai. Sudarytos regresijos lygtis išreiškiama taip:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (11)$$

Kur Y – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji: X<sub>1</sub> – JAV dolerio indekso kaina (USD), X<sub>2</sub> – DJIA kaina (DJIA), X<sub>3</sub> – aukso kaina (Gold), X<sub>4</sub> – hashrate (HRT), X<sub>5</sub> – S&P 500 akcijų indekso kaina (SP500), X<sub>6</sub> – „Google trends“ Bitcoin paieškų skaičius (GTR). Regresinės analizės rezultatai pavaizduoti 18 lentelėje.

#### 18 lentelė

*Ketvirtojo laikotarpio regresinės analizės rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	9,14003	1,07407	8,510	<0,0001
Gold	0,00106598	0,000250098	4,262	<0,0001
DJIA	8,25524e-05	8,49351e-06	9,719	<0,0001
SP500	0,000265970	0,000230747	1,153	<b>0,2511</b>
USD	-0,0320509	0,00616493	-5,199	<0,0001
GTR	0,000367993	0,000501960	0,7331	<b>0,4648</b>
HRT	<b>0,000000</b>	0,000000	2,186	0,0305
Mean dependent var	10,26700		S.D. dependent var	0,303017
Sum squared resid	1,091530		S.E. of regression	0,090254
R-squared	0,915087		Adjusted R-squared	0,911285
F(5, 135)	240,6808		P-value(F)	3,43e-69
Log-likelihood	142,6428		Akaike criterion	-271,2857
Schwarz criterion	-250,6444		Hannan-Quinn	-262,8978
rho	0,826353		Durbin-Watson	0,347353

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal 18 lentelėje pateiktus duomenis, kad sudarytas regresijos modelis aprašo net apie 91.50 procentus stebėjimų, kurie gali būti paaiškinami sudaryto modelio. Analizuojamų nepriklausomų kintamųjų: aukso (Gold), DJIA indekso (DJIA), USD indekso (USDI) bei hashrate (HRT), p reikšmės

yra mažesnės už 0.05 (*angl.* p - value). Visų kitų analizuojamų kintamųjų reikšmės yra didesnės už 0.05 reikšmę, todėl jie yra pašalinami iš sudaryto modelio. Taip pat, hashrate determinacijos koeficientas yra 0, todėl šis kintamasis irgi yra pašalinamas iš sudaryto regresijos modelio.

Išmetus iš sudaryto regresijos modelio statistiškai nereikšmingus kintamuosius yra sudaromas naujas regresijos modelis. Trečiojo laikotarpio naujai sudarytos regresijos analizės rezultatai yra pavaizduoti 19 lentelėje.

### 19 lentelė

*Ketvirtojo laikotarpio naujai sudarytos regresinės analizės modelio rezultatai*

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
const	12,5290	1,36811	9,158	<0,0001
Gold	0,00131617	0,000326185	4,035	<0,0001
DJIA	7,79144e-05	7,64413e-06	10,19	<0,0001
USD	-0,0451430	0,00763989	-5,909	<0,0001
Mean dependent var	10,26700		S.D. dependent var	0,303017
Sum squared resid	1,156538		S.E. of regression	0,091880
R-squared	0,910030		Adjusted R-squared	0,908060
F(3, 137)	461,9083		P-value(F)	2,03e-71
Log-likelihood	138,5643		Akaike criterion	-269,1286
Schwarz criterion	-257,3336		Hannan-Quinn	-264,3355
rho	0,849469		Durbin-Watson	0,307684

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal 19 lentelėje pateiktus duomenis, sudarytas regresijos modelis aprašo 91.00 procentus stebėjimų, kurie gali būti paaiškinami sudaryto modelio. Visų analizuojamų nepriklausomų kintamųjų: aukso (Gold), DJIA indekso (DJIA) bei USD indekso (USD), p reikšmės yra mažesnės už 0.05 (*angl.* p - value), todėl visi analizuojami nepriklausomi kintamieji turi statistiškai reikšmingą įtaką priklausomajam kintamajam.

Naujai sudaryta regresijos lygtis išreiškiama taip:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad (12)$$



Kur  $Y$  – priklausomas kintamasis (Bitcoin kriptovaliutos kaina), o nepriklausomi kintamieji:  $X_1$  – JAV dolerio indekso kaina (USD),  $X_2$  – DJIA kaina (DJIA), ir  $X_3$  – aukso kaina (Gold). Toliau tyrimui atlikti bus naudojama šis naujai sudarytas regresinis modelis.

Naujai sudarytame regresijos modelyje nagrinėjama ar analizuojami nepriklausomi kintamieji yra tarpusavyje koreliuoti. Jeigu nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje, tai padidėja rezultatų netikslumas. Kaip ir ankstesniems analizuojamiems laikotarpiams, multikolinearumas yra atliekamas naudojantis VIF (*angl.* variance inflation factor) statistiką, kuri matuoja kiekvieno analizuojamo nepriklausomo kintamojo įtaką kitiems analizuojamiems nepriklausomiems kintamiesiems sudarytame regresijos modelyje. Jei VIF statistikos reikšmė yra mažesnė negu 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Pagal atlikto tyrimo rezultatus matome, kad visų analizuojamų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra mažesnės už 10, todėl šie analizuojami nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje (20 lentelė ir žr. 12 priedas).

## 20 lentelė

*Ketvirtojo laikotarpio naujai sudaryto regresijos modelio VIF statistika*

Nepriklausomas kintamasis	VIF
Gold	7,676
DJIA	1,751
USD	8,048

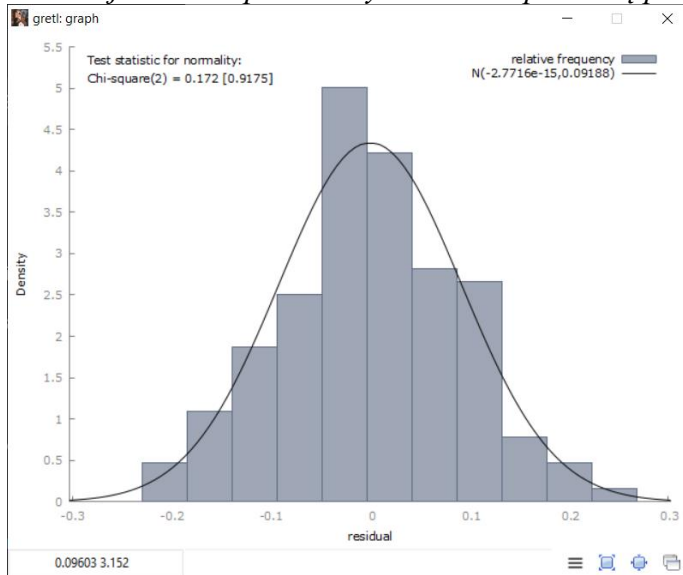
*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Jei VIF statistikos reikšmė yra mažesnė negu 10, vadinasi nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Pagal atlikto tyrimo rezultatus matome, kad visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra mažesnės už 10, todėl šie analizuojami nepriklausomi kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje.

Tam, kad nustatyti ar sudaryto naujo modelio paklaidos yra normaliai išsidėsčiusios yra atliekamas paklaidų normalumo testas. Testui atlikti naudojamas Chi - kvadrato (*angl.* Chi – square) pasiskirstymas ir yra vertinama ar paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai. Testui atlikti yra išsikelta hipotezė, jog paklaidos yra pasiskirsčiusios normaliai (9 paveikslas).

## 9 paveikslas

*Ketvirtojo laikotarpio sudaryto modelio paklaidų pasiskirstymo rezultatai*



*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Testo metu yra patvirtinama išsikelta hipotezė apie normalų paklaidų pasiskirstymą (žr. 13 priedas), kadangi gauta Chi – kvadrato testo p – vertė yra 0.9175, o tai yra daugiau už 0.05 reikšmę. Todėl galime teigti, kad paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios. Taip pat, 21 lentelės antrojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matricoje matosi, kad koreliacija nepasireiškia tarp DJIA indekso bei JAV dolerio indekso.

## 21 lentelė

*Ketvirtojo laikotarpio nepriklausomų kintamųjų koreliacijos koeficientų matrica*

<b>Gold</b>	<b>DJIA</b>	<b>USD</b>	
1.0000	0.6335	-0.7326	<b>Gold</b>
	1.0000	-0.6508	<b>DJIA</b>
		1.0000	<b>USD</b>

*Šaltinis: sudaryta autorės remiantis atliktu tyrimu.*

Pagal lentelėje pateiktus duomenis matome, kad gauti rezultatai patvirtina multikolinearumo analizės gautus rezultatus, kadangi visų nepriklausomų kintamųjų reikšmės yra tarp -0.8 iki 0.8 intervalo. Atlikus visus testus, gauta regresijos lygtis yra išreiškiama taip:

$$Y = 13,8602 - 0,0321647X_1 + 7,79144e - 05X_2 + 0,00107147X_3 + \varepsilon \quad (13)$$

Ši regresijos lygtis apibūdina ryšį tarp keturių analizuojamų kintamųjų: Bitcoino kainos, JAV dolerio indekso ( $X_1$ ), DJIA indekso ( $X_2$ ) ir aukso kainos ( $X_3$ ). Kaip minėta anksčiau, šis regresijos modelis aprašo 91.03 procentų modelio stebėjimų, vadinasi tiek procentų Bitcoin kainos svyravimų galima paaiškinti tokiais nepriklausomais kintamaisiais.  $\beta_0$  – laisvasis narys, kuris yra 13,8602. Vadinasi, jei visi kiti nepriklausomi kintamieji būtų nuliniai, tai Bitcoin kainos logaritmo vertė būtų lygi laisvajam nariui. Modelio koeficientai nusako kaip vieno analizuojamo kintamojo pokytis gali turėti įtakos kitam kintamajam.

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_1$  nusako kaip JAV dolerio indekso kaina veikia Bitcoin kainą. Neigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant JAV dolerio indekso kainai, mažėja Bitcoin kainos logaritmas. Mokni ir Ajmi (2021) analizavo ryšį tarp JAV dolerio ir Bitcoin prieš ir per Covid-19 pandemiją. Tyrimo metu nustatyta, kad JAV dolerio kainai didėjant, didėja ir Bitcoin kaina, ir atvirkščiai. Pasak sudaryto modelio gautų rezultatų, JAV doleris neigiamai veikia Bitcoin kainą, todėl patvirtiname išsikeltą  $H_1$  hipotezę: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Gautos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_2$  nusako kaip DJIA indekso kaina veikia Bitcoin kainos pokyčius. Teigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant DJIA indekso kainai, didėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Mokslinės literatūros autorius Wijk (2013) nustatė, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp DJIA kainos ir Bitcoin kainos tyrinėdamas laikotarpį prieš pandemiją, DJIA indekso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Tyrimo metu yra išsikelta  $H_2$  hipotezė: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Tyrimo metu ši hipotezė yra patvirtinama.

Sudarytos regresijos lygties koeficientas, kuris yra šalia  $X_3$  nusako kaip aukso kaina veikia Bitcoin kainą. Teigiamas koeficientas reiškia, kad didėjant aukso kainai, didėja ir Bitcoin kainos logaritmas. Ji ir kt. (2019) analizavo ryšį tarp Bitcoin ir aukso prieš Covid-19 pandemiją. Tyrimo rezultatai parodė, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp Bitcoin kainos ir aukso kainos. Teigta, kad didėjant aukso kainai, Bitcoin kaina mažėja. Tačiau ir šio atlikto tyrimo rezultatai rodo priešingus rezultatus negu analizuotas tyrimas literatūros analizėje. Nustatyta, egzistuoja statistiškai reikšmingas ryšys tarp aukso kainos ir Bitcoin kainos tačiau nustatyta, kad aukso kainai didėjant, Bitcoin kainos logaritmas didėja dėl to ir Bitcoin kaina irgi didėja. Lyginant su analizuoto autoriaus empirinio tyrimo rezultatais, buvo analizuojami skirtingi laikotarpiai bei skirtingi kintamieji prie

aukso, kurie gali turėti įtakos Bitcoin kainai, tai gali turėti įtakos skirtingiems gautiems rezultatams. Todėl, yra atmetama  $H_3$  hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

Taigi, apibendrinant skyrių apie Bitcoin kainos veiksnių padidėjusio netikrumo laikotarpiu tyrimo rezultatų analizę, galima teigti, kad visų keturių analizuojamų laikotarpių metu Bitcoin kainai įtakos turi skirtingi veiksniai. Prieš Covid-19 pandemiją, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV dolerio indeksas, DJIA indeksas, aukso kaina bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičius. Tyrimo metu yra patvirtintos šios hipotezės:  $H_1$ : JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą,  $H_2$ : DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą,  $H_6$ : „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei atmetama  $H_3$  hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Veiksniai kaip auksas, S&P 500 bei hashrate nėra statistiškai reikšmingi pirmojo analizuojamo laikotarpio metu. Covid – 19 pandemijos metu Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV doleris bei DJIA indeksas. Tyrimo metu patvirtintos išsikeltos hipotezės  $H_1$ : JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei  $H_2$ : DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Kiti analizuoti veiksniai neturi statistiškai reikšmingos įtakos Bitcoin kainai antruoju analizuojamu laikotarpiu. Tarp pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip aukso kaina, S&P 500 akcijų indeksas bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičiaus. Tyrimo metu yra patvirtinamos išsikeltos hipotezės:  $X_5$ : S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą,  $H_6$ : „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei atmetama  $H_3$  hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Visi kiti tirti veiksniai neturi įtakos Bitcoin kainai šiuo analizuojamu laikotarpiu. Ketvirtojo laikotarpio metu Bitcoin kainai įtakos turi tokie veiksniai kaip JAV doleris, DJIA indeksas bei aukso kaina. Tyrimo metu yra patvirtinamos šios išsikeltos hipotezės:  $H_1$ : JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei  $H_2$ : DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei atmetama ši hipotezė:  $H_3$ : Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Visi kiti analizuoti veiksniai neturi įtakos Bitcoin kainai ketvirtojo analizuojamo laikotarpio metu.

## IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

### Išvados

1. Kriptovaliutos virtualios valiutos, kurios yra decentralizuotos bei paremtos blokų grandinės principu. Kriptovaliutos yra kriptografinis turtas, kuris gali būti naudojamas kaip mainų priemonė be tarpininkų. Kriptovaliutos atsirado palyginus neseniai tačiau kriptovaliutų populiarumas didėja kiekvieną dieną. Taip pat, Bitcoin yra pirmoji bei vis dar viena iš populiariausių bei didžiausių rinkos kapitaizaciją turinčių kriptovaliutų. Išanalizuota mokslinė literatūra bei atlikti mokslininkų empiriniai tyrimai susiję su Bitcoin kainos veiksniais identifikuoja tokius Bitcoin kainos veiksnius kaip: Bitcoin paklausa ir pasiūla, JAV doleris, Dow Jones Industrial average indeksas, taurieji metalai - auksas, hashrate, S&P 500 akcijų indeksas ir “Google Trends” Bitcoin paieškų skaičius gali turėti įtakos Bitcoin kainos svyravimams. Teigiamai Bitcoin kainą veikia tokie veiksniai kaip DJIA indeksas, hashrate, S&P 500 akcijų indeksas bei “Google Trends”. Neigiamai Bitcoin kainą veikia JAV doleris bei aukso kaina atvirkščiai koreliuoja su Bitcoin kaina.
2. Parengta Bitcoin kainos veiksnių padidėjusio netikrumo laikotarpiu tyrimo metodologija, siekiant identifiкуoti veiksnius, turinčius įtakos Bitcoin kainai skirtingais netikrumo laikotarpiais. Pasirinkti tyrimo kintamieji, pasirinktas tiriamasis laikotarpis, kuris yra suskaidytas į keturis smulkesnius laikotarpius: prieš Covid – 19 pandemiją, Covid – 19 pandemijos metu, tarp pandemijos ir Ukrainos – Rusijos karo pradžios bei Ukrainos – Rusijos karo metu. Išsikeltos tyrimo hipotezės: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą, DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą, aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą, hashrate didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą, S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą, „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą. Pasirinktas tiesinės daugianarės regresinės analizės tyrimo metodas.
3. Remiantis atliktu tyrimu, galima teigti, kad visų keturių analizuojamų laikotarpių metu Bitcoin kainai įtakos turi skirtingi veiksniai. Prieš Covid-19 pandemiją, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV dolerio indeksas, DJIA indeksas, aukso kaina bei “Google Trends” Bitcoin paieškų skaičius. Tyrimo metu patvirtintos hipotezės: H<sub>1</sub>: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą, H<sub>2</sub>: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą,

H<sub>6</sub>: „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei atmetama H<sub>3</sub> hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Covid – 19 pandemijos metu Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV doleris bei DJIA indeksas. Tyrimo metu patvirtintos hipotezės H<sub>1</sub>: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei H<sub>2</sub>: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Tarp pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip aukso kaina, S&P 500 akcijų indeksas bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičiaus. Tyrimo metu patvirtinamos hipotezės: X<sub>5</sub>: S&P 500 akcijų indekso didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą, H<sub>6</sub>: „Google Trends“ paieškų skaičiaus didėjimas lemia Bitcoin kainos didėjimą bei atmetama H<sub>3</sub> hipotezė: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Ketvirtojo laikotarpio metu Bitcoin kainai įtakos turi tokie veiksniai kaip JAV doleris, DJIA indeksas bei aukso kaina. Tyrimo metu patvirtinamos išsikeltos hipotezės: H<sub>1</sub>: JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei H<sub>2</sub>: DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei atmetama ši hipotezė: H<sub>3</sub>: Aukso kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą.

### **Pasiūlymai**

1. Patartina kuo daugiau domėtis JAV ekonominę padėtimi, JAV dolerio bei DJIA indekso kainomis. Pasak atlikto empirinio tyrimo rezultatų, trijuose iš keturių analizuojamų laikotarpių nustatyta, kad JAV dolerio kainos mažėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą bei, kad DJIA kainos didėjimas lemia Bitcoin kainos mažėjimą. Ši informacija yra ypač aktuali investuotojams norintiems investuoti į Bitcoin kriptovaliutą.
2. Nustatyta, kad „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičius irgi turi įtakos Bitcoin kainai. Kuo daugiau žmonės domisi Bitcoin kriptovaliuta, tuo didesnė Bitcoin kaina gali tapti. Todėl, rekomenduojama sekti naujienas, susijusias su Bitcoin kriptovaliuta, Internete, kadangi ši kriptovaliuta sulaukusi daug dėmesio, gali paskatinti žmones daugiau domėtis ja, o tai, pasak atlikto tyrimo, lemia Bitcoin kainos augimą.
3. Kuo daugiau domėtis Bitcoin kriptovaliuta prieš investuojant. Investuojant į Bitcoin kriptovaliutą reikia suprasti kriptovaliutos išgavimo procesą tam, kad būtų galima objektyviai įvertinti su investicija susijusias rizikas. Taip pat, tai praplėstų žinias apie pastoviai svyruojančią Bitcoin kainą bei kitas kriptovaliutas.

## ŠALTINIAI

- Al-Khazali, O., Bouri, E., & Roubaud, D. (2018). The impact of positive and negative macroeconomic news surprises: Gold versus Bitcoin. *Economics Bulletin*, 38(1), 373-382.
- Almeida, J., & Gonçalves, T. C. (2023). A systematic literature review of investor behavior in the cryptocurrency markets. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 100785.
- Ashraf, B. N. (2020). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities? Research in International Business and Finance, 54, 101249.
- Bech, M. L., & Garratt, R. (2017). Central bank cryptocurrencies. *BIS Quarterly Review September*.
- Bejan, C. A., Bucerzan, D., & Crăciun, M. D. (2023). Bitcoin price evolution versus energy consumption; trend analysis. *Applied Economics*, 55(13), 1497-1511.
- Béjaoui, A., Mgadmi, N., Moussa, W., & Sadraoui, T. (2021). A short-and long-term analysis of the nexus between Bitcoin, social media and Covid-19 outbreak. *Heliyon*, 7(7).
- Bitcoin Visuals. (2023). Mining Hash Rate. . [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://bitcoinvisuals.com/chain-hash-rate>
- Blockchain.com | Charts - Total circulating Bitcoin. (2023). Prieiga per Internetą: <https://www.blockchain.com/explorer/charts/total-bitcoins>
- Bongaerts, D., Mazzola, F., & Wagner, W. (2021). Closed for business: The mortality impact of business closures during the Covid-19 pandemic. *PloS one*, 16(5), e0251373.
- Bouazizi, T. (2023). Unpacking the Complexities of Bitcoin Volatility: A Time Series Data with Long-term Memory or Long-range Dependence.
- Boungou, W., & Yatié, A. (2022). The impact of the Ukraine–Russia war on world stock market returns. *Economics Letters*, 215, 110516.
- Bouri, E., Azzi, G., & Dyrberg, A. H. (2017). On the return-volatility relationship in the Bitcoin market around the price crash of 2013. *Economics*, 11(1), 2.
- Bouteska, A., Mefteh-Wali, S., & Dang, T. (2022). Predictive power of investor sentiment for Bitcoin returns: Evidence from COVID-19 pandemic. *Technological Forecasting and Social Change*, 184, 121999.
- Bucerzan, D., & Bejan, C. A. (2021). Blockchain. Today applicability and implications. In *Soft Computing Applications: Proceedings of the 8th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA 2018), Vol. I 8* (pp. 152-164). Springer International Publishing.

- BullionByPost. (2023). LBMA Gold Pirce Fix. [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://www.bullionbypost.eu/fixes/lbma-gold-price-fix/>
- Burdekin, R. C., & Siklos, P. L. (2022). Armageddon and the stock market: US, Canadian and Mexican market responses to the 1962 Cuban missile crisis. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 84, 112-127.
- Caferra, R. (2020). Good vibes only: The crypto-optimistic behavior. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 28, 100407.
- Caferra, R., & Vidal-Tomás, D. (2021). Who raised from the abyss? A comparison between cryptocurrency and stock market dynamics during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 43, 101954.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. A. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied economics*, 48(19), 1799-1815.
- Coinmarketcap (2023). Prieiga per internetą: <https://coinmarketcap.com/?page=89>
- Conlon, T., & McGee, R. (2020). Safe haven or risky hazard? Bitcoin during the COVID-19 bear market. *Finance Research Letters*, 35, 101607.
- Corbet, S., Hou, Y. G., Hu, Y., Larkin, C., Lucey, B., & Oxley, L. (2022). Cryptocurrency liquidity and volatility interrelationships during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 45, 102137.
- Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2019). Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *International Review of Financial Analysis*, 62, 182-199.
- Corbet, S., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (Eds.). (2020). *Cryptocurrency and blockchain technology* (Vol. 1). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Daskalakis, N., & Daglis, T. (2023). The Russian War in Ukraine and its Effect in the Bitcoin Market. *International Journal of Economics & Business Administration*, 11(1).
- De la Horra, L. P., de la Fuente, G., & Perote, J. (2019). The drivers of Bitcoin demand: A short and long-run analysis. *International Review of Financial Analysis*, 62, 21-34.
- De Vries, A. (2023). Cryptocurrencies on the road to sustainability: Ethereum paving the way for Bitcoin. *Patterns*, 4(1).
- Demir, E., Bilgin, M. H., Karabulut, G., & Doker, A. C. (2020). The relationship between cryptocurrencies and COVID-19 pandemic. *Eurasian Economic Review*, 10, 349-360.



- Diniz-Maganini, N., Diniz, E. H., & Rasheed, A. A. (2021). Bitcoin's price efficiency and safe haven properties during the COVID-19 pandemic: A comparison. *Research in International Business and Finance*, 58, 101472.
- Dubey, P. (2022). Short-run and long-run determinants of bitcoin returns: transnational evidence. *Review of Behavioral Finance*, 14(4), 533-544.
- Erdas, M. L., & Caglar, A. E. (2018). Analysis of the relationships between Bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies*, 9(2).
- Euromoney Learning. (2020). How does a transaction get into the blockchain? Prieiga per internetą: <https://www.euromoney.com/learning/blockchain-explained/how-transactions-getinto-the-blockchain>
- European Banking Authority. (2019, January 9). *EBA reports on crypto-assets*. Prieiga per internetą: <https://www.eba.europa.eu/eba-reports-on-crypto-assets>
- European Central Bank. (2021). What is bitcoin? Prieiga per Internetą: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.en.html>
- Europos Centrinis Bankas. (2018). Crypto-asset markets. Prieiga per Internetą: <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P101018.pdf>
- Fantazzini, D., & Kolodin, N. (2020). Does the hashrate affect the bitcoin price? *Journal of Risk and Financial Management*, 13(11), 263.
- Foley, S., Karlsen, J. R., & Putniņš, T. J. (2019). Sex, drugs, and bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies? *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853.
- Foroutan, P., & Lahmiri, S. (2022). The effect of COVID-19 pandemic on return-volume and return-volatility relationships in cryptocurrency markets. *Chaos, Solitons & Fractals*, 162, 112443.
- Gandal, N., Hamrick, J. T., Moore, T., & Oberman, T. (2018). Price manipulation in the Bitcoin ecosystem. *Journal of Monetary Economics*, 95, 86-96.
- Gogtay, N. J., Deshpande, S. P., & Thatte, U. M. (2017). Principles of regression analysis. *J. Assoc. Physicians India*, 65(48), 48-52.
- Goodell, J. W. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance research letters*, 35, 101512.
- Goodell, J. W., & Goutte, S. (2021). Co-movement of COVID-19 and Bitcoin: Evidence from wavelet coherence analysis. *Finance Research Letters*, 38, 101625.

- Google Trends. (2023). Bitcoin paieškos Google. [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://trends.google.com/trends/explore?date=2014-01-01%202022-09-15&geo=US&q=BITCOIN&hl=lt>
- Gozbasi, O., Altinoz, B., & Sahin, E. E. (2021). Is Bitcoin a safe haven? A study on the factors that affect bitcoin prices. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 11(4), 35.
- Grobys, K. (2020). When Bitcoin has the flu: On Bitcoin's performance to hedge equity risk in the early wake of the COVID-19 outbreak. *Applied Economics Letters*, 28(10), 860-865.
- Guizani, S., & Nafti, I. K. (2019). The determinants of bitcoin price volatility: An investigation with ardl model. *Procedia computer science*, 164, 233-238.
- Gunawan, D., Sinurat, M., Cahyadi, L., & Ilham, R. N. (2021). Investigating the Dynamic Relationship Among JKSE, S&P 500, Cryptocurrencies and Gold Price After Covid-19 Outbreak. In *International Conference on Strategic Issues of Economics, Business and, Education (ICoSIEBE 2020)* (pp. 71-75). Atlantis Press.
- Gupta, R., Tanwar, S., Al-Turjman, F., Italiya, P., Nauman, A., & Kim, S. W. (2020). Smart contract privacy protection using AI in cyber-physical systems: tools, techniques and challenges. *IEEE access*, 8, 24746-24772.
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and informatics*, 34(7), 1308-1321.
- Härdle, W. K., Harvey, C. R., & Reule, R. C. (2020). Understanding cryptocurrencies. *Journal of Financial Econometrics*, 18(2), 181-208.
- Haron, O., & Rizvi, S. A. R. (2020). COVID-19: Media coverage and financial markets behavior—A sectoral inquiry. *Journal of behavioral and experimental finance*, 27, 100343.
- Hudson, R., & Urquhart, A. (2022). Naval disasters, world war two and the British stock market. *Research in International Business and Finance*, 59, 101556
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In *Handbook of digital currency* (pp. 31-43). Academic Press.
- Investing.com. (2023). Bitcoin Historical Data [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://www.investing.com/crypto/bitcoin/historical-data>
- Investing.com. (2023). Dow Jones Industrial Average Historical Data [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://www.investing.com/indices/us-30-historical-data>
- Investing.com. (2023). S&P 500 Historical Data [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://www.investing.com/indices/us-spx-500-historical-data>

- Investing.com. (2023). US Dollar Index Historical Data [Žiūrėta 2023-11-15]. Prieiga per Internetą: <https://www.investing.com/indices/usdollar-historical-data>
- Iqbal, N., Fareed, Z., Wan, G., & Shahzad, F. (2021). Asymmetric nexus between COVID-19 outbreak in the world and cryptocurrency market. *International Review of Financial Analysis*, 73, 101613.
- Ji, Q., Bouri, E., Lau, C. K. M., & Roubaud, D. (2019). Dynamic connectedness and integration in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 63, 257-272.
- Johnson, B., Co, S., Sun, T., Lim, C. C., Stjepanović, D., Leung, J., ... & Chan, G. C. (2023). Cryptocurrency trading and its associations with gambling and mental health: A scoping review. *Addictive Behaviors*, 136, 107504.
- Kjærland, F., Khazal, A., Krogstad, E. A., Nordstrøm, F. B., & Oust, A. (2018). An analysis of bitcoin's price dynamics. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(4), 63.
- Kristoufek, L. (2013). BitCoin meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the Internet era. *Scientific reports*, 3(1), 3415.
- Kwon, J. H. (2020). Tail behavior of Bitcoin, the dollar, gold and the stock market index. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 67, 101202.
- Lahmiri, S., & Bekiros, S. (2020). The impact of COVID-19 pandemic upon stability and sequential irregularity of equity and cryptocurrency markets. *Chaos, Solitons & Fractals*, 138, 109936.
- Lietuvos bankas. (2022, sausio 27). *Lietuvos banko pozicija dėl kriptoturto ir pirminio kriptoturto žetonų platinimo*. Prieiga per internetą: <https://www.lb.lt/lt/naujienos/lietuvos-banko-valdybos-nutarimai-pozicija-del-virtualiojo-turto>
- Matta, M., Lunesu, I., & Marchesi, M. (2015). Bitcoin Spread Prediction Using Social and Web Search Media. In *UMAP workshops* (pp. 1-10).
- Mokni, K., & Ajmi, A. N. (2021). Cryptocurrencies vs. US dollar: Evidence from causality in quantiles analysis. *Economic Analysis and Policy*, 69, 238-252.
- Nakamoto, S. (2008), "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system". Prieiga per internetą: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Okorie, D. I., & Lin, B. (2021). Adaptive market hypothesis: the story of the stock markets and COVID-19 pandemic. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57, 101397.
- Ozkan, O. (2021). Impact of COVID-19 on stock market efficiency: Evidence from developed countries. *Research in International Business and Finance*, 58, 101445.

- Penela, D. (2022). Market Movers: the case of bitcoin in the Covid-19 setting. *HUMAN REVIEW. International Humanities Review/Revista Internacional de Humanidades*, 15(7), 1-11.
- Poyser, O. (2017). Exploring the determinants of Bitcoin's price: an application of Bayesian Structural Time Series. Dissertation. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/317356728\\_Exploring\\_the\\_determinants\\_of\\_Bitcoin\\_in%27s\\_price\\_an\\_application\\_of\\_Bayesian\\_Structural\\_Time\\_Series](https://www.researchgate.net/publication/317356728_Exploring_the_determinants_of_Bitcoin_in%27s_price_an_application_of_Bayesian_Structural_Time_Series)
- Sajeev, K. C., & Afjal, M. (2022). Contagion effect of cryptocurrency on the securities market: a study of Bitcoin volatility using diagonal BEKK and DCC GARCH models. *SN Business & Economics*, 2(6), 57.
- Sapra, N., Shaikh, I., & Dash, A. (2023). Impact of proof of work (PoW)-Based blockchain applications on the environment: a systematic review and research agenda. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(4), 218.
- Sarkodie, S. A., Amani, M. A., Ahmed, M. Y., & Owusu, P. A. (2023). Assessment of Bitcoin carbon footprint. *Sustainable Horizons*, 7, 100060.
- Selmi, R. (2022). *A war in a pandemic-The recent spike in economic uncertainty and the hedging abilities of Bitcoin* (No. hal-03737131).
- Theiri, S., Nekhili, R., & Sultan, J. (2023). Cryptocurrency liquidity during the Russia–Ukraine war: the case of Bitcoin and Ethereum. *The Journal of Risk Finance*, 24(1), 59-71.
- Tymoigne, E., & Wray, L. R. (2015). Modern money theory: a reply to Palley. *Review of Political Economy*, 27(1), 24-44.
- Van Wijk, D. (2013). What can be expected from the BitCoin. *Erasmus Universiteit Rotterdam*, 18.
- Vasileiou, E. (2021). Efficient Markets Hypothesis in the time of COVID-19. *Review of Economic Analysis*, 13(1), 45-63.
- Verma, R., Sam, S., & Sharma, D. (2023). Does Google Trend Affect Cryptocurrency? An Application of Panel Data Approach. *SCMS Journal of Indian Management*, 20(2).
- Wiseman, P., & McHugh, D. (2022). Economic dangers from Russia's invasion ripple across Globe. *AP NEWS*, 2.
- Zhang, D., Hu, M., & Ji, Q. (2020). Financial markets under the global pandemic of COVID-19. *Finance research letters*, 36, 101528.
- Zhu, Y., Dickinson, D., & Li, J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin's price based on VEC model. *Financial Innovation*, 3(1), 1-13.
- Zimmerman, P. (2020). Blockchain structure and cryptocurrency prices.

# **FACTORS INFLUENCING BITCOIN PRICE DURING A PERIOD OF INCREASED UNCERTAINTY**

**Karolina JADEVICIŪTĖ**

**Master thesis**

Finance and Banking master study programme  
Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration  
Supervisor – Doc. Dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė

Vilnius, 2024

## **SUMMARY**

79 pages, 21 charts, 9 pictures, 85 references.

The main purpose of this master thesis is to identify the factors influencing Bitcoin price during a period of increased uncertainty.

The work consists of three main parts; the analysis of scientific literature, the research and its results, conclusion and recommendations.

Literature analysis reviews the scientific literature related to theoretical aspects of cryptocurrencies, such as the beginning of cryptocurrencies, the Bitcoin cryptocurrency, and the analysis of factors influencing the price of the Bitcoin cryptocurrency.

After conducting a literature analysis, the author developed the methodology for studying the factors influencing Bitcoin prices during periods of increased uncertainty. The study variables are carefully selected, and the research period is divided into four distinct periods: pre-Covid-19 pandemic, during the Covid-19 pandemic, between the pandemic and the onset of the Ukraine-Russia war, and during the Ukraine-Russia war. Formulated research hypotheses guides the investigation. The chosen method for the study involved linear multiple regression analysis. The obtained results are statistically processed using the Gretl program batch. Additionally, the research findings are compared to those of similar studies analyzed in the literature review.

Based on the conducted study, it can be stated that during all four analyzed periods, different factors influence the price of Bitcoin. Before the Covid-19 pandemic, factors such as the US Dollar Index, DJIA Index, Gold price, and the "Google Trends" number of Bitcoin searches impact the price of Bitcoin. During the Covid-19 pandemic, factors such as the US Dollar and DJIA Index influence Bitcoin's price. Between the pandemic and the start of the Ukraine-Russia war, factors like the gold price, S&P 500 stock index, and the "Google Trends" number of Bitcoin searches influence Bitcoin's price. During the Ukraine-Russia war, factors such as the US Dollar, DJIA Index, and gold price influence Bitcoin's price.

The conclusions and recommendations summarize the key findings of literature analysis as well as the results of the conducted research. The author believes that the results of the study could contribute to the growing body of Bitcoin cryptocurrency research and provide useful guidelines for investors interested in cryptocurrency during a period of uncertainty.

# **BITCOIN KAINOS VEIKSNIAI PADIDĖJUSIU NETIKRUMO LAIKOTARPIU**

**Karolina JADEVICIŪTĖ**

**Magistro baigiamasis darbas**

Finansų ir Bankininkystės studijų programa

Vilniaus Universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovė – Doc. Dr. Greta Keliuotytė - Staniulėnienė

Vilnius, 2024

## **SANTRAUKA**

79 puslapiai, 21 lentelė, 9 paveikslai, 85 šaltiniai.

Pagrindinis šio darbo tikslas yra identifikuoti veiksnius, turinčius įtakos kriptovaliutos Bitcoin kainai padidėjusio netikrumo laikotarpiu.

Darbas susideda iš trijų pagrindinių dalių: mokslinės literatūros analizės, tyrimo ir jo rezultatų, išvadų ir rekomendacijų.

Literatūros analizė apžvelgia mokslinę literatūrą susijusią su kriptovaliutų teoriniais aspektais, tokiais kaip kriptovaliutų pradžia, Bitcoin kriptovaliuta bei Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksmų analizę.

Atlikus mokslinės literatūros analizę autorius sukūrė metodologiją, skirtą tirti Bitcoin kainos veiksmius padidėjusio netikrumo laikotarpiu. Darbo autorius remdamasis literatūros analize parinko tyrimo kintamuosius, tyrinėjimo laikotarpį suskirstė į keturis skirtingus laikotarpius: prieš Covid-19 pandemiją, per Covid-19 pandemiją, tarp pandemijos ir Ukrainos-Rusijos karo pradžios bei Ukrainos-Rusijos karo metu. Tyrimo metu yra suformuluotos hipotezės siekiant identifikuoti veiksmius, kurie turi įtakos Bitcoin kainai padidėjusio netikrumo laikotarpiu. Tyrimas yra atliekamas naudojantis tiesiniu daigianarės regresijos analizės metodu. Gauti statistiškai reikšmingi rezultatai, kurie yra apdorojami naudojant Gretl programos paketą. Be to, tyrimo rezultatai yra lyginami su mokslinės literatūros autorių, nagrinėtų literatūros analizėje, tyrimų rezultatais.

Remiantis atliktu autoriaus tyrimu, visų keturių analizuojamų laikotarpių metu Bitcoin kainai įtakos turi skirtingi veiksniai. Prieš Covid-19 pandemiją, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV dolerio indeksas, DJIA indeksas, aukso kaina bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičius. Covid – 19 pandemijos metu Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip JAV doleris bei DJIA indeksas. Tarp pandemijos bei Ukrainos – Rusijos karo pradžios, Bitcoin kainai turi įtakos tokie veiksniai kaip aukso kaina, S&P 500 akcijų indeksas bei „Google Trends“ Bitcoin paieškų skaičiaus. Ukrainos – Rusijos karo laikotarpio metu Bitcoin kainai įtakos turi tokie veiksniai kaip JAV doleris, DJIA indeksas bei aukso kaina.

Pagrindinių autoriaus atliktos mokslinės literatūros analizės bei empirinio tyrimo rezultatų santrauka yra pateikta išvadų ir pasiūlymų skyriuje. Šis tyrimas suteikia investuotojams naudingos informacijos apie Bitcoin kriptovaliutos kainos veiksmius padidėjusio netikrumo laikotarpiu bei prisideda prie mokslinių tyrimų plėtros šioje srityje.

## PRIEDAI

### 1 priedas. VIF statistika pirmojo laikotarpio pradinio modelio

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Gold	2.251
DJIA	132.199
SP500	149.701
USD	1.364
GTR	1.144
HRT	5.372

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient between variable  $j$  and the other independent variables

### 2 priedas. VIF statistika pirmojo laikotarpio pakoreguoto modelio

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Gold	1.791
DJIA	1.798
USD	1.120
GTR	1.113

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient

between variable j and the other independent variables

### 3 priedas. pirmojo laikotarpio pakoreguoto modelio koreliacijos koeficientų matrica

Correlation Coefficients, using the observations 2014-09-17 - 2019-10-22

Two-tailed critical values for n = 1330: 5% 0.0538, 1% 0.0706

Gold	DJIA	USD	GTR	
1.0000	0.6605	-0.0296	0.0060	Gold
	1.0000	0.0466	0.0383	DJIA
		1.0000	-0.3099	USD
			1.0000	GTR

### 4 priedas. Pirmojo laikotarpio paklaidų simetriškumo testo rezultatai

Frequency distribution for residual, obs 1-1330

number of bins = 29, mean = 2.09877e-014, sd = 0.424644

interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -1.1600	-1.2032	3	0.23%	0.23%
-1.1600 - -1.0737	-1.1169	8	0.60%	0.83%
-1.0737 - -0.98746	-1.0306	4	0.30%	1.13%
-0.98746 - -0.90118	-0.94432	5	0.38%	1.50%
-0.90118 - -0.81490	-0.85804	7	0.53%	2.03%
-0.81490 - -0.72861	-0.77175	15	1.13%	3.16%
-0.72861 - -0.64233	-0.68547	52	3.91%	7.07% *
-0.64233 - -0.55604	-0.59919	66	4.96%	12.03% *
-0.55604 - -0.46976	-0.51290	62	4.66%	16.69% *
-0.46976 - -0.38348	-0.42662	55	4.14%	20.83% *
-0.38348 - -0.29719	-0.34033	64	4.81%	25.64% *
-0.29719 - -0.21091	-0.25405	76	5.71%	31.35% **
-0.21091 - -0.12463	-0.16777	68	5.11%	36.47% *



-0.12463 -	-0.038341	-0.081483	87	6.54%	43.01% **
-0.038341 -	0.047942	0.0048004	95	7.14%	50.15% **
0.047942 -	0.13423	0.091084	112	8.42%	58.57% ***
0.13423 -	0.22051	0.17737	123	9.25%	67.82% ***
0.22051 -	0.30679	0.26365	116	8.72%	76.54% ***
0.30679 -	0.39308	0.34994	100	7.52%	84.06% **
0.39308 -	0.47936	0.43622	61	4.59%	88.65% *
0.47936 -	0.56564	0.52250	60	4.51%	93.16% *
0.56564 -	0.65193	0.60879	27	2.03%	95.19%
0.65193 -	0.73821	0.69507	15	1.13%	96.32%
0.73821 -	0.82450	0.78135	15	1.13%	97.44%
0.82450 -	0.91078	0.86764	9	0.68%	98.12%
0.91078 -	0.99706	0.95392	13	0.98%	99.10%
0.99706 -	1.0833	1.0402	4	0.30%	99.40%
1.0833 -	1.1696	1.1265	6	0.45%	99.85%
>= 1.1696	1.2128		2	0.15%	100.00%

Test for null hypothesis of normal distribution:

Chi-square(2) = 5.235 with p-value 0.07299

## 5 priedas. VIF statistika antrojo laikotarpio

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Gold 5.917

DJIA 47.792

**SP500 69.893**

USD 7.522

GTR 1.446

HRT 1.879

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient between variable  $j$  and the other independent variables

### 6 priedas. Antrojo laikotarpio pakoreguoto regresijos modelio rezultatai

Model 5: OLS, using observations 2019-10-23:2020-10-12 (T = 254)

Dependent variable: l\_BTC

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	14.6980	1.12097	13.11	3.05e-030	***
Gold	-2.89026e-05	0.000135372	-0.2135	<b>0.8311</b>	
DJIA	3.70108e-05	6.80955e-06	5.435	1.30e-07	***
USD	-0.0666299	0.00816357	-8.162	1.62e-014	***

Mean dependent var 9.258272 S.D. dependent var 0.328896

Sum squared resid 7.134248 S.E. of regression 0.168929

R-squared 0.739318 Adjusted R-squared 0.736190

F(3, 250) 236.3414 P-value(F) 1.12e-72

Log-likelihood 93.28790 Akaike criterion -178.5758

Schwarz criterion -164.4265 Hannan-Quinn -172.8837

rho 0.954734 Durbin-Watson 0.097960

### 7 priedas. Antrojo laikotarpio VIF statistikos rezultatai pakoreguoto modelio

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

DJIA 2,083

USD 2,083

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient between variable  $j$  and the other independent variables

### 8 priedas. Antrojo laikotarpio paklaidų simetriškumo testo rezultatai

Frequency distribution for residual, obs 1-254

number of bins = 15, mean = -4.47586e-015, sd = 0.168607

interval	midpt	frequency	rel.	cum.	
< -0.42016	-0.45395	1	0.39%	0.39%	
-0.42016 -	-0.35257	-0.38637	3	1.18%	1.57%
-0.35257 -	-0.28499	-0.31878	3	1.18%	2.76%
-0.28499 -	-0.21741	-0.25120	10	3.94%	6.69% *
-0.21741 -	-0.14983	-0.18362	34	13.39%	20.08% ****
-0.14983 -	-0.082254	-0.11604	42	16.54%	36.61% *****
-0.082254 -	-0.014674	-0.048464	37	14.57%	51.18% *****
-0.014674 -	0.052907	0.019117	31	12.20%	63.39% ****
0.052907 -	0.12049	0.086697	35	13.78%	77.17% ****
0.12049 -	0.18807	0.15428	22	8.66%	85.83% ***
0.18807 -	0.25565	0.22186	15	5.91%	91.73% **
0.25565 -	0.32323	0.28944	13	5.12%	96.85% *
0.32323 -	0.39081	0.35702	4	1.57%	98.43%
0.39081 -	0.45839	0.42460	2	0.79%	99.21%
>= 0.45839	0.49218	2	0.79%	100.00%	

Test for null hypothesis of normal distribution:

Chi-square(2) = 4.369 with p-value 0.11256

### 9 priedas. Trečiojo laikotarpio pakoreguoto regresijos modelio rezultatai

Model 8: OLS, using observations 2020-10-13:2021-11-18 (T = 288)

Dependent variable: l\_BTC

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	14.5134	0.785253	18.48	1.43e-050	***
Gold	-0.00220360	0.000234350	-9.403	1.88e-018	***
SP500	0.000189478	5.84405e-05	3.242	0.0013	***
USD	-0.00797456	0.00801015	-0.9956	<b>0.3203</b>	
GTR	0.00283306	0.000811676	3.490	0.0006	***

Mean dependent var 10.73097 S.D. dependent var 0.203750

Sum squared resid 8.573413 S.E. of regression 0.174054

R-squared 0.280422 Adjusted R-squared 0.270251

F(4, 283) 27.57151 P-value(F) 2.43e-19

Log-likelihood 97.40412 Akaike criterion -184.8082

Schwarz criterion -166.4934 Hannan-Quinn -177.4688

rho 0.932154 Durbin-Watson 0.135805

Log-likelihood for BTC = -2993.11

Excluding the constant, p-value was highest for variable 7 (USD)

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 3.55389

with p-value = 0.169154

### 10 priedas. Antrojo laikotarpio VIF statistikos rezultatai

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Gold 1.065  
 SP500 1.003  
 GTR 1.067

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient between variable  $j$  and the other independent variables

### 11 priedas. Trečiojo laikotarpio paklaidų simetriškumo testo rezultatai

Frequency distribution for residual, obs 1-288

number of bins = 17, mean = -8.52405e-015, sd = 0.174051

interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -0.43292	-0.46054	1	0.35%	0.35%
-0.43292 -	-0.37768	4	1.39%	1.74%
-0.37768 -	-0.32245	5	1.74%	3.47%
-0.32245 -	-0.26721	14	4.86%	8.33% *
-0.26721 -	-0.21197	11	3.82%	12.15% *
-0.21197 -	-0.15674	20	6.94%	19.10% **
-0.15674 -	-0.10150	20	6.94%	26.04% **
-0.10150 -	-0.046263	36	12.50%	38.54% ****
-0.046263 -	0.0089738	35	12.15%	50.69% ****

0.0089738 - 0.064211	0.036592	39	13.54%	64.24%	****
0.064211 - 0.11945	0.091829	26	9.03%	73.26%	***
0.11945 - 0.17468	0.14707	33	11.46%	84.72%	****
0.17468 - 0.22992	0.20230	23	7.99%	92.71%	**
0.22992 - 0.28516	0.25754	8	2.78%	95.49%	
0.28516 - 0.34039	0.31278	7	2.43%	97.92%	
0.34039 - 0.39563	0.36801	4	1.39%	99.31%	
>= 0.39563	0.42325	2	0.69%	100.00%	

Test for null hypothesis of normal distribution:

Chi-square(2) = 3.134 with p-value 0.20867

## 12 priedas. Ketvirtojo laikotarpio VIF statistikos rezultatai

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Gold 7,748

DJIA 1,751

USD 8,048

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , where  $R(j)$  is the multiple correlation coefficient between variable  $j$  and the other independent variables

## 13 priedas. Ketvirtojo laikotarpio paklaidų simetriškumo testo rezultatai

Frequency distribution for residual, obs 1-141

number of bins = 11, mean = -2.77162e-015, sd = 0.0918797

interval	midpt	frequency	rel.	cum.
< -0.18441	-0.20708	3	2.13%	2.13%
-0.18441 -	-0.13907	7	4.96%	7.09% *
-0.13907 -	-0.093730	12	8.51%	15.60% ***
-0.093730 -	-0.048389	16	11.35%	26.95% ****
-0.048389 -	-0.0030474	32	22.70%	49.65% ****
-0.0030474 -	0.042294	27	19.15%	68.79% ****
0.042294 -	0.087636	18	12.77%	81.56% ****
0.087636 -	0.13298	17	12.06%	93.62% ****
0.13298 -	0.17832	5	3.55%	97.16% *
0.17832 -	0.22366	3	2.13%	99.29%
>= 0.22366	0.24633	1	0.71%	100.00%

Test for null hypothesis of normal distribution:

Chi-square(2) = 0.172 with p-value 0.91753