



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Bitkoino ir S&P 500 indekso reakcija į makroekonominčius rodiklius Jungtinėse Amerikos Valstijose

Baigiamasis magistro projektas

Matas Krygeris

Projekto autorius

Prof. dr. Vytautas Snieška

Vadovas

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Bitkoino ir S&P 500 indekso reakcija į makroekonominčius rodiklius Jungtinėse Amerikos Valstijose

Baigiamasis magistro projektas

Ekonomika (6211JX040)

Matas Krygeris

Projekto autorius

**Prof. dr.
Vytautas Snieška**

Vadovas

**Prof. dr.
Vaidas Gaidelys**

Recenzentas

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Matas Krygeris

Bitkoino ir S&P 500 indekso reakcija į makroekonominčius rodiklius Jungtinėse Amerikos Valstijose

Akademinių sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Matas Krygeris

Patvirtinta elektroniniu būdu

Krygeris, Matas. Bitkoino ir S&P 500 indekso reakcija į makroekonominčius rodiklius Jungtinėse Amerikos Valstijose. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Vytautas Snieška; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Ekonomika, Socialiniai mokslai.

Reikšminiai žodžiai: bitkoinas, akcijų rinkos, makroekonominiai rodikliai

Kaunas, 2024. 63 p.

Santrauka

Kriptovaliutų rinka kiekvienais metais sparčiai populiarėja, kelia didelį susidomėjimą ne tik tarp investuotojų, akademinių tyrėjų, bet ir kitų sričių specialistų. Vis daugiau žmonių ryžtasi investuoti ne tik į akcijų rinkas, bet ir į kriptovaliutas, taip siekdami gauti pelną. Tačiau žmonėms vis dar trūksta informacijos, kas yra kriptovaliutos, kaip į jas investuoti, kaip tapti pelningu. Kiekvienam investuotojui yra labai svarbu yra suprasti, kas yra kriptovaliutos, akcijų indeksai, analizuoti jų koreliaciją bei reakcijas į makroekonominčius rodiklius. Bankai, fondų valdytojai ir kitos finansinės institucijos nuolat stebi rinkos tendencijas ir analizuoja rizikos veiksnį, siekdamas sudaryti veiksmingas investicines strategijas. Suvokimas apie kriptovaliutų rinkos ir akcijų rinkos sąveiką bei jų reakciją į ekonominius rodiklius gali padėti institucijoms ir individualiems žmonėms geriau valdyti portfelius ir išvengti potencialių nuostolių. Kriptovaliutų ir akcijų rinkų koreliacijos dinamika bei reakcija į ekonominius rodiklius yra svarbus bei tuo pačiu sudėtingas klausimas šiuolaikiniame finansiniame pasaulyje. Šiuo metu nėra vieningos nuomonės, ar kriptovaliutos ir akcijos koreliuoja tarpusavyje tiesiogiai bei kaip šios rinkos reaguoja į ekonominius pokyčius, tokius kaip infliacijos didėjimas, palūkanų normų pokyčiai, nedarbo lygis. Todėl šiame tyrime analizuojama bitkoino ir akcijų indekso „S&P 500“ elgsenys atsižvelgiant į makroekonominių rodiklių pokyčius JAV. Galutiniai gauti tyrimo rezultatai gali būti naudingi investuotojams, kurie siekia tapti pelningais kriptovaliutų bei akcijų rinkose.

Krygeris, Matas. Bitcoin and the S&P 500 Index Reaction to Macroeconomic Indicators in the United States of America. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Vytautas Snieška; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Economics, Social Science.

Keywords: bitcoin, stock markets, macroeconomic indicators.

Kaunas, 2024. 63 pages.

Summary

The popularity of the cryptocurrency market has captured attention not only of investors and academic researchers but also professionals across various disciplines. With an increasing number of individuals opting to make investments in both traditional and cryptocurrency markets, there remains a notable gap in knowledge regarding cryptocurrency investments, navigation through markets. Financial institutions, including banks and fund managers, continuously analyse market dynamics, relationship between cryptocurrency and stock markets and their reaction to macroeconomic indicators. The evolving dynamics between cryptocurrency and stock markets, alongside their reaction to macroeconomic indicators, stand as crucial and intricate elements within today's financial environment. Currently, a direct correlation between cryptocurrencies and stocks is not evident, emphasizing the importance of investigating how these markets react to economic fluctuations like inflation, unemployment levels, interest rates. Hence, this study delves into the behavior of bitcoin and „S&P 500“ in response to changes in macroeconomic indicators within the United States. The eventual findings of this study offer potential in providing insights for investors endeavoring to navigate and excel within the domains of both cryptocurrency and stock markets.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	6
Paveikslų sąrašas	7
Santrumpų ir terminų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Makroekonominių rodiklių įtaka finansų rinkoms ir bitkoino kainai.....	11
2. Teoriniai makroekonominių rodiklių įtakos „S&P 500“ ir bitkoino kursui sprendimai	18
2.1. Kriptovaliutų rinka ir jos savybės.....	18
2.2. Bitkoino pasiūla.....	20
2.3. „S&P 500“ indeksas ir jo savybės bei palyginimas su bitkoino valiuta.....	22
2.4. Rinkų svyravimai ir anomalijos.....	25
2.5. Makroekonominiai rodikliai, veikiantys finansų rinkas	28
3. Tyrimo metodika	32
3.1. Tyrimo duomenų imtis ir modeliuojami periodai.....	32
3.2. Laiko eilučių stacionarumas	32
3.3. Laiko eilutės struktūrinio lūžio identifikavimas	33
3.4. Laiko eilutės multikolinearumo tikrinimas.....	33
3.5. Granger priežastingumo tikrinimas	34
3.6. ARDL modelis kainai prognozuoti.....	34
4. Tyrimo rezultatai	35
4.1. Koreliacinė tyrime naudotų rodiklių analizė	35
4.2. Bitkoino ir kitų rodiklių laiko eilučių kitimas tiriamuoju laikotarpiu	37
4.3. Tyrime naudotų rodiklių stacionarumo tikrinimas	44
4.4. Rodiklių laiko eilučių struktūrinių lūžių nustatymas.....	45
4.5. Regresijos modelio veiksmų VIF statistikos	46
4.6. Bitkoino Granger priežastingumo tyrimo rezultatai.....	46
4.7. Bitkoino ARDL regresijos modelių eilės parinkimo rezultatai	47
4.8. Bitkoino ARDL regresijos modelių parametrų įverčiai ir įverčių statistinio reikšmingumo rezultatai	49
4.9. ARDL regresijos modelių tinkamumo duomenims rezultatai.....	52
4.10. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelių parametrų įverčiai ir įverčių statistinio reikšmingumo rezultatai	53
4.11. „S&P 500“ ir BTC gautų modelių rezultatų palyginimas	55
4.12. Bitkoino kainos prognozavimas	57
Išvados.....	60
Literatūros sąrašas	61
Priedai.....	64

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Makroekonominių rodiklių įtaka finansų rinkoms	13
2 lentelė. Makroekonominių rodiklių įtaka bitkoino kainai	14
3 lentelė. Kriptovaliutų apibūdinimai	18
4 lentelė. „S&P 500“ ir bitkoino skirtumai bei panašumai.....	23
5 lentelė. Rinkų anomalijos	27
6 lentelė. Bitkoino ir „S&P 500“ dienos pokyčiai laikotarpiu 2010 07 – 2019 09	28
7 lentelė. Koreliacijos ryšys tarp OMX indekso ir makroekonominių rodiklių	29
8 lentelė. Laiko eilučių ADF testo rezultatai, esant skirtingoms duomenų transformacijoms	44
9 lentelė. Analizuojamų laiko eilučių Zivot–Andrews testo rezultatai, esant skirtingoms duomenų transformacijoms	45
10 lentelė. Analizuojamų laiko eilučių VIF testo rezultatai	46
11 lentelė. Granger priežastingumo rezultatai, esant skirtingiems vėlavimams.....	47
12 lentelė. ARDL regresijos modelių eilės parinkimo rezultatai ir modelių suderinamumas su duomenimis	48
13 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 1) parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas.....	50
14 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 2) parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas.....	50
15 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 3) parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas.....	51
16 lentelė. ARDL modelių paklaidų ir tinkamumo duomenims vertinimo rezultatai	53
17 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio eilės parinkimo rezultatai ir modelių suderinamumas su duomenimis.....	53
18 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio kokybės statistikos	54
19 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas.....	54
20 lentelė. „S&P 500“ ARDL modelių paklaidų ir tinkamumo duomenims vertinimo rezultatai	55
21 lentelė. BTC ir S&P 500 modelių reikšmių palyginimas	56

Paveikslų sąrašas

1 pav. Elgsenos finansai (V. Ricciardi, 2005)	11
2 pav. Reiškiniai, darantys įtaką finansų rinkoms (V. Ricciardi, 2005).....	15
3 pav. JAV bendrasis vidaus produktas 2009-2023 (St. Louis Fed).	16
4 pav. Kriptovaliutų sudedamosios dalys	19
5 pav. Bitkoino pasiūla	21
6 pav. Bitkoino kainos palyginimas su auksu	21
7 pav. „S&P 500“ indekso pagrindiniai įmonių sektoriai (Spglobal.com, 2024).....	22
8 pav. „S&P 500“ indekso vertė JAV doleriais laikotarpiu 2014 m. – 2023 m. (Nasdaq.com, 2024)....	23
9 pav. Bitkoino kaina JAV doleriais 2014 m. – 2023 m. (Coinmarketcap.com, 2024)	24
10 pav. BTC ir „S&P 500“ indekso kainų palyginimas (USD) 2014 m. – 2024 m. (Tradingview.Com, 2024).....	24
11 pav. Paklausos dėsnis	25
12 pav. Pasiūlos dėsnis	26
13 pav. Paklausos-pasiūlos pusiausvyros taškas	26
14 pav. BTC kaina ir infliacijos lygis JAV (Srinivasan ir kt. 2022)	30
15 pav. BTC kaina ir palūkanų norma JAV (Srinivasan ir kt. 2022)	30
16 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01	35
17 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2021-10-01	36
18 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	37
19 pav. BTC kainos kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01 (USD)	38
20 pav. BTC kainos (USD) ir infliacijos lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	38
21 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir infliacijos lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	39
22 pav. BTC kainos (USD) ir palūkanų normos (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	39
23 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir palūkanų normos (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	40
24 pav. BTC kainos (USD) ir užimtumo lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	40
25 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir užimtumo lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	41
26 pav. BTC kainos (USD) ir nominaliojo BVP (trilijonai USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	41
27 pav. BTC kainos (USD) ir BVP 1 gyv. apimčių (tūkst. USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	42

28 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir BVP 1 gyv. apimčių (tūkst. USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01.....	42
29 pav. BTC kainos (USD) ir gyventojų skaičiaus JAV kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	43
30 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir gyventojų skaičiaus JAV kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	43
31 pav. BTC kainos (USD) ir „S&P 500“ indekso kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01	43
32 pav. Faktinės ir modeliu prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2017-10-01	57
33 pav. Faktinės ir modeliu prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2021-10-01	58
34 pav. Faktinės ir modeliu prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2023-12-01	58

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

BTC – bitkoino valiuta.

„S&P 500“ - „Standard & Poor’s 500“ indeksas.

USD – Jungtinių Valstijų doleris.

ICO – Initial coin offering.

FED – Federalinė Rezervų sistema.

BVP – bendrasis vidaus produktas

Terminai:

Elgsenos finansai (*behavioral finance*) – sritis, susijusi su žmonių psichologija ir elgesiu, sprendimais, kurie priimami finansų rinkose.

Initial coin offering – pradinė kriptovaliutų emisija.

Įvadas

Temos aktualumas. Šiais laikais finansų rinkos yra labai susijusios su makroekonominiais rodikliais, ypač JAV ekonomikos, kadangi tai yra viena galingiausių valstybių pasaulyje ir ji turi labai daug įtakos visai pasaulinei ekonomikai. Pastaraisiais metais kriptovaliutos vis populiarėja ir pritraukia daugiau žmonių, kurie ieško naujų investicinių galimybių. Kadangi vis daugiau žmonių susiduria su akcijų rinkomis bei kriptovaliutomis, kyla klausimas kaip makroekonominiai rodikliai JAV gali veikti šių investicinių priemonių kainas bei stabilumą. Kaip teigia autoriai Fazlul'as ir Khan'as (2023), akcijų rinkos yra labai svarbi ekonominio sektoriaus dalis, teikianti būtinus finansinius išteklius investuotojams ir įmonėms. Tačiau šiais laikais nederėtų pamiršti ir kriptovaliutų rinkos, kadangi kiekvienais metais į šias rinkas patenka vis daugiau investuotojų lėšų. Taigi, labai svarbu išsiaiškinti šių rinkų reakcijas į kintančius ekonominius rodiklius, taip pat jų tarpusavio panašumus.

Per pastaruosius keletą metų pasaulis susidūrė su tam tikrais iššūkiais, tokiais kaip COVID-19 pandemija, karas Ukrainoje bei Izraelyje. Pradžioje ekonomika patyrė tam tikrą nuosmukį, tačiau ji ėmė atsistatinėti dėl vykdomų stimuliacijos priemonių, tokių kaip išmokos gyventojams, parama verslui ir kt. Tačiau visos šios priemonės bei prasidėję karai privedė prie prastesnės ekonominės situacijos pasaulyje. Įvairiose Europos šalyse, JAV yra stebimas didelis palūkanų kilimas, infliacijos didėjimas. Šie rodikliai rodo, kad šiuo metu pasaulyje ekonominės sąlygos yra dinamiškos ir reikalauja nuolatinio stebėjimo. Tačiau kaip į tai reaguoja tradicinės finansų ir kriptovaliutų rinkos?

Problema. JAV ekonominiai faktoriai turi įtakos visai pasaulio ekonomikai, tačiau investuotojai vis dar diskutuoja, kaip šie rodikliai veikia akcijų rinkas bei kriptovaliutų kainas, koreliaciją tarp jų. Kadangi kriptovaliutų rinka yra pakankamai nauja rinka, ji pasižymi ypač dideliais svyravimais, diskutuojama apie šios rinkos stabilumą bei patikimumą, reguliavimo politiką. Todėl būtina įvertinti, kaip šios rinkos yra susijusios ir kaip jos reaguoja į kintančius ekonominius rodiklius.

Tyrimo objektas. Bitkoino ir „S&P 500“ svyravimai kintant makroekonominiams rodikliams.

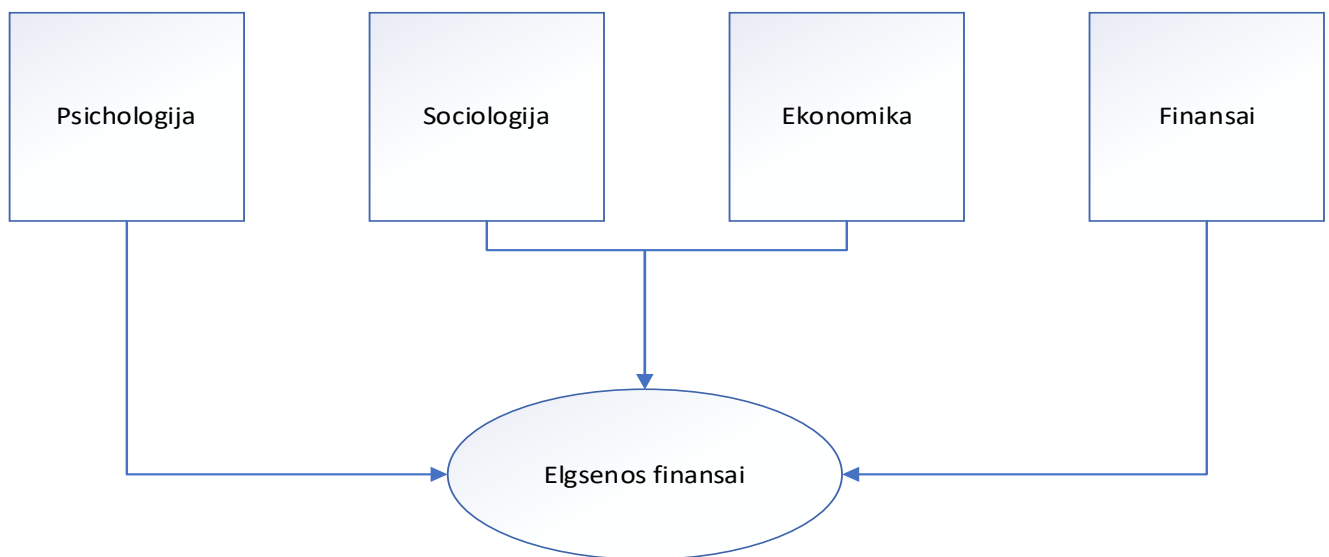
Tyrimo tikslas – Ištirti bitkoino ir „S&P 500“ indekso reakciją į JAV makroekonominių rodiklių pokyčius ir sukurti tos sąveikos ekonometrini modelį.

Uždaviniai:

1. atskleisti makroekonominių rodiklių, darančių įtaką akcijų ir kriptovaliutų rinkoms, problematiką;
2. atlikti literatūros apžvalgą ir įvertinti jau atliktus panašius tyrimus;
3. pristatyti teorinę medžiagą apie kriptovaliutas, „S&P 500“ indeksą;
4. įvertinti bitkoino ir „S&P 500“ indekso bei pasirinktų rodiklių koreliaciją;
5. sukurti ekonometrinių modelį, kuris leistų įvertinti pasirinktų rodiklių įtaką bitkoinui ir „S&P 500“ indeksui.

1. Makroekonominių rodiklių įtaka finansų rinkoms ir bitkoino kainai

Ekonominė sveikata ir jos pokyčiai yra dažnai neatsiejama finansų rinkų dalis. Dažnu atveju, ekonominiai rodikliai, tokie kaip bendrasis vidaus produktas (BVP), infliacijos lygis, palūkanų norma daro įtaką akcijų rinkoms bei kriptovaliutų kainoms ir veikia investuotojų psichologiją. Ekonomika bendrai apima tiek gamybos, tiek paskirstymo, mainų procesus. Ekonomika yra skirstoma į mikroekonomiką ir makroekonomiką. Mikroekonomika apima individualių subjektų veiklą, pavyzdžiui namų ūkius, įmones, ji analizuoja kainų tendencijas, pelningumus, išteklių paskirstymus. Tuo tarpu makroekonomika nagrinėja visos ekonomikos lygį, padeda prognozuoti ateities tendencijas, o makroekonominiai rodikliai padeda vertinti šalies ekonominę sveikatą. Pavyzdžiui, didelė infliacija gali priversti žmones taupyti pinigus ir jų neinvestuoti, aukštas BVP lygis gali rodyti ekonominį augimą ir skatinti investicijas. Didelis nedarbo lygis gali parodyti, jog žmonės netenka darbų, kas turės įtakos ateities investicijoms. Ekonominis nestabilumas sukelia neužtikrintumą bei neapibrėžtumą, o žmonių psichologija yra vienas iš esminių faktorių, veikiančių akcijų bei kriptovaliutų kainas. Šis reiškinys yra vadinamas elgsenos finansais. Būtent elgsenos finansai analizuoja, kas veikia žmonių psichologiją investavime. Norint geriau suprasti sąvoką *elgsenos finansai*, bus apžvelgiamas autoriaus V. Ricciardi'o (2005) elgsenos finansų modelis (žr 1 pav.):



1 pav. Elgsenos finansai (V. Ricciardi, 2005)

Autorius V. Ricciardi'is (2005) išskiria kelis pagrindinius elgsenos finansų aspektus: psichologiją, sociologiją, ekonomiką bei finansus. Kalbant apie psichologiją ir sociologiją, autorius teigia, jog tai yra pagrindinės elgsenos finansų dalys, tačiau, norint iki galo suprasti elgsenos finansus, būtina turėti žinių apie ekonomiką bei pačius finansus. Kai žmogus suvoks visus šiuos keturis dalykus, tik tada bus galima paaiškinti visų jų poveikį finansinių sprendimų priėmimui.

Makroekonominiai rodikliai turi įtakos kiekvieno žmogaus gyvenimui. Pavyzdžiui, palūkanų normos, kainų lygių svyravimai, darbo netekimas paliečia kiekvieną iš mūsų. Lygiai taip pat yra ir su finansų rinkomis. Būtent šiame darbe ir bus analizuojama makroekonominių rodiklių įtaka investuotojų

sprendimų priėmimui, kurie rodikliai veikia akcijų bei kriptovaliutų rinkų kainas labiausiai, kas priverčia investuotojus jaustis neužtikrinai ir nesaugiai bei taupyti lėšas.

Kalbant apie makroekonominių rodiklių įtaką finansinėms rinkoms, reikėtų išskirti infliaciją, kuri turi didelę įtaką žmonių psichologijai bei lėšų naudojimui. Infliacija – tai kainų lygio kilimas arba pinigų nuvertėjimas. Daugelis autorių diskutuoja apie infliacijos įtaką, svarstoma, koks infliacijos lygis yra kertinis. Yra žinoma, kad aukšta infliacija gali turėti neigiamų pasekmių ekonomikai, didelis pinigų nuvertėjimas sukelia neapibrėžtumą, nesaugumą, mažina perkamąją galią. Autoriai Boyd'as, Levine'as, Smith'as (2001) išskiria, kad didėjantis infliacijos lygis turi didelės įtakos rinkų svyravimui (angl. *Volatility*) ir likvidumui, kadangi žmonės mažiau skolinsis ir mažiau investuos. Kai kurie investuotojai teigia, jog investavimas į kriptovaliutas yra puiki apsauga nuo didėjančios infliacijos, tuo tarpu autoriai Pearce'as ir Roley'us (1987) teigia, jog investicijos į akcijas yra prasta apsauga nuo kylančios infliacijos, kadangi infliacijai didėjant mažėja akcijų kainos. Didėjanti infliacija gali priversti Federalinę Rezervų Sistema (FED) ar Centrinį Banką kelti palūkanų normas, tam, kad būtų kontroliuojami pinigų srautai. Aukšta infliacija dažnu atveju tapatinama su palūkanų normų augimu, kas gali neigiamai veikti akcijų rinkas, kadangi padidėję skolinimosi kaštai gali mažinti įmonių pelną.

Boreika ir Pilinkus (2009) kaip vieną pagrindinių ekonominių rodiklių, kuris gali daryti įtaką finansinėms rinkoms, išskiria BVP. Bendrasis vidaus produktas tai rodiklis, kuris parodo visų galutinių prekių ir paslaugų, pagamintų tam tikros šalies viduje per tam tikrą laikotarpį, vertę. BVP yra gana plačiai naudojamas rodiklis visame pasaulyje, jis apima visus prekių ir paslaugų pridėtinius vertės elementus nuo gamybos pradžios iki paslaugos teikimo. Šio rodiklio augimas rodo ekonominį augimą ir auganti vartotojų pasitikėjimą. Tai gali duoti impulsą investuotojams aktyviau dalyvauti finansų rinkose ir ieškoti pelningų galimybių. BVP rodikliu remiasi ir Centrinis Bankas, Federalinė Rezervų Sistema priimdama įvairius sprendimus, pavyzdžiui, jeigu BVP bus labai išaugęs, Centrinis Bankas gali priimti sprendimus didinti palūkanų normas, tam, kad būtų galima išvengti potencialaus ekonomikos perkaitimo. Autoriai Birz'as ir Lott'as (2011) teigia, kad BVP, kaip ir kiti makroekonominiai rodikliai, tokie kaip nedarbo lygis, daro įtaką akcijų rinkų grąžai, o didžiausia įtaka būna tada, kai naujienos apie makroekonominus rodiklius būna netikėtos ir iš anksto neprognozuotos. Dažnu atveju taip pat yra išskiriamas BVP rodiklis vienam gyventojui. Tai rodiklis, kuris parodo vidutinį BVP lygį vienam gyventojui šalyje per tam tikrą laikotarpį. Remiantis šiuo rodikliu galima įvertinti, kiek vidutiniškai prekių ir paslaugų pagaminta vienam šalies gyventojui. Šis rodiklis skaičiuojamas padalinus bendrąjį šalies BVP iš tos šalies gyventojų skaičiaus. Didėjantis BVP rodo, kad ekonomika auga ir atspindi geresnę šalies gyventojų nuotaiką. Rodiklis atspindi pajamų lygį, darbo sąlygas bei apskritai bendrą gyvenimo lygį.

BVP rodiklis gali suteikti išsamios informacijos apie ekonominę būklę, tačiau dar vienas iš labai svarbių makroekonominių rodiklių yra palūkanų normos. Tai yra ekonominės politikos kertinė dalis. Palūkanų normos yra reguliuojamos tam, kad būtų kontroliuojama pinigų pasiūla bei paklausa ir valdoma infliacija. Centrinis Bankas yra atsakingas už šio rodiklio reguliavimą. Jeigu palūkanų normos yra keliamos, vadinasi Centrinis Bankas siekia sukontroliuoti pernelyg greitą ekonominį augimą, tam, kad nebūtų perkaitimo ir potencialios recesijos. Padidinus palūkanų normas tuo pačiu didėja ir skolinimosi išlaidos, kas lemia didesnį žmonių taupymą ir taip mažinama infliacija. Ir atvirkščiai, jeigu palūkanų normos yra mažinamos, vadinasi Centrinis Bankas ar Federalinė Rezervų Sistema siekia skatinti ekonomiką,

vartojimą ir investicijas bei yra prisiimama infliacijos didėjimo rizika. Palūkanų augimas gali daryti didelę įtaką visai šalies ir pasaulio ekonomikai. Asmenims, kurie turi sutartis su kintamomis palūkanomis, didėjančios palūkanos reiškia didesnes kiekvieno mėnesio išlaidas, dėl kurių potencialiai reikės atsisakyti kažkurių produktų. Taip pat didėjančios palūkanų normos gali atsiliiepti investicijoms. Dažnu atveju, augant palūkanoms, akcijos ir kiti vertybiniai popieriai praranda savo vertę.

Bitkoino valiuta nuo pat įkūrimo pradžios iki dabar yra paaugus neįtikėtinai dideliais procentais, taip įgaudama didesnį investuotojų pasitikėjimą bei pripažinimą. Tačiau, nepaisant to, autoriai ir investuotojai vis dar diskutuoja, kokią įtaką finansų ir kriptovaliutų rinkoms gali turėti makroekonominiai rodikliai, ir kurie iš jų yra esminiai. 1-oje lentelėje yra įvardyti autoriai bei makroekonominiai rodikliai, kuriuos autoriai išskiria kaip rodiklius, darančius įtaką finansų rinkoms.

1 lentelė. Makroekonominių rodiklių įtaka finansų rinkoms

Autorius, metai	Tyrime naudoti makroekonominiai rodikliai	Makroekonominiai rodikliai, turintys įtakos finansų rinkoms
Boreika, Pilinkus, 2009	▪ BVP ▪ Nedarbo lygis ▪ Individualaus vartojimo išlaidos ▪ Pinigų kiekis ▪ Palūkanų norma ▪ Statybos sąnaudų kainų indeksas	▪ Individualaus vartojimo išlaidos ▪ BVP ▪ Pinigų kiekis ▪ Nedarbo lygis
Itutzer & Tas, 2012	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma ▪ Pinigų kiekis	▪ Palūkanų norma ▪ Pinigų kiekis
Birz, Lott, 2011	▪ BVP ▪ Nedarbo lygis ▪ Ilgalaikio naudojimo prekės ▪ Mažmeninės prekybos kiekis	▪ BVP ▪ Nedarbo lygis
Olokoyo, Ibhagui, Babajide, 2020	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma ▪ BVP	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma ▪ BVP

1-oje lentelėje galime pastebėti, jog daugelis autorių savo atliktuose tyrimuose naudoja pagrindinius makroekonominis rodiklius, tokius kaip BVP, infliacija, palūkanų norma, nedarbo lygis. Kiti autoriai taip pat renka ilgalaikio naudojimo prekes, mažmeninės prekybos kiekį ar individualaus vartojimo išlaidas. Matome, kad ne visi autoriai įtraukė infliaciją kaip rodiklį, kuris daro įtaką finansų rinkoms. Pavyzdžiui, autoriai Itutzer'is ir Tas'as (2012) savo tyrime naudojo infliaciją, palūkanų normą bei pinigų kiekį, tačiau tyrimas parodė, kad ryškią įtaką finansų rinkoms daro tik pastarieji du rodikliai. Lietuvos autoriai Boreika ir Pilinkus (2009) pabrėžia, kad jų atliktame tyrime palūkanų normos pokyčiai neturėjo įtakos finansų rinkoms, tačiau ryškią įtaką turėjo individualaus vartojimo išlaidos, bendrasis vidaus produktas, pinigų kiekis rinkoje bei nedarbo lygis. Autoriai Birz'as ir Lott'as (2011) išskiria, jog BVP ir nedarbo lygis turi įtakos finansų rinkų pokyčiams, tačiau ilgalaikio naudojimo prekės bei mažmeninė prekyba įtakos neturi. 2020 metais autorių Olokoyo, Ibhagui, Babajide's atliktame tyrime apie

makroekonominio faktorių įtaką finansų rinkoms, nustatyta, kad visi trys rodikliai, kurie buvo naudoti analizėje, turėjo įtakos akcijų kainai.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad autoriai susiduria su tam tikrais iššūkiais ir neturi vieningos nuomonės, kurie makroekonominiai rodikliai turi įtakos finansų rinkų pokyčiams. Kiekvienas autorius renka savo metodus bei makroekonominio rodiklius, vieni sutelkia dėmesį į infliaciją, kiti teigia, jog infliacija neturi įtakos akcijų ir kriptovaliutų kainų pokyčiams. Svarbu pažymėti, jog finansų rinkos yra labai sudėtingos ir sunkiai prognozuojamos, jos priklauso nuo daugelio veiksnių, įskaitant ir viso pasaulio naujienas, politiką ir kitus neekonominio rodiklius. Todėl yra didelis iššūkis norint nustatyti tiesiogines koreliacijas tarp makroekonominio rodiklių bei finansų rinkų.

Pastaraisiais metais vis daugiau autorių bei investuotojų analizuoja kriptovaliutas, jų nepastovumą bei pelningumą. Tyrimai dažnai apima ir makroekonominio rodiklius, tokius kaip BVP, nedarbas, infliacija, kiti ekonominiai rodikliai.

2-oje lentelėje yra pateikti autorių tyrimų duomenys apie makroekonominio rodiklių įtaką bitkoino kainai.

2 lentelė. Makroekonominio rodiklių įtaka bitkoino kainai

Autorius, metai	Tyrimo naudoti makroekonominiai rodikliai	Makroekonominiai rodikliai, turintys įtakos bitkoino kainai
Corbet, Larkin, Lucey, Meegan, Yarovaya, 2020	▪ BVP ▪ Nedarbo lygis ▪ Palūkanų norma ▪ Ilgalaikio naudojimo prekės	▪ Nedarbo lygis ▪ Ilgalaikio naudojimo prekės
Hakim das Neves, 2020	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma
Wang, Sarker, Bouri, 2023	▪ Infliacija ▪ Pinigų kiekis	▪ Infliacija ▪ Pinigų kiekis
Srinivasan, Maity, Kumar, 2022	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma ▪ Naftos kaina	▪ Infliacija ▪ Palūkanų norma ▪ Naftos kaina

Lentelėje aukščiau yra išvardyti autorių atlikti tyrimai apie tai, kurie makroekonominiai rodikliai turi įtakos bitkoino kainai. Autoriai Corbet'as ir kt. (2020), savo atliktame tyrimo rinko tokie makroekonominio rodikliai: BVP, nedarbo lygis, palūkanų norma, ilgalaikio naudojimo prekės. Atliktas tyrimas parodė, kad bitkoino kainai įtakos turi tik du iš keturių pasirinktų rodiklių – nedarbo lygis ir ilgalaikio naudojimo prekės. Įdomu tai, kad palūkanų normos pokyčiai bei BVP neturėjo ryšios įtakos bitkoino kainai. Kituose darbuose autoriai į savo tyrimą įtraukė infliaciją, palūkanų normą, o Srinivasan'as, Maity'us ir Kumar'as (2022) į atliktą tyrimą įtraukė ir naftos kainą. Matome, kad visuose trijuose darbuose įtakos bitkoino kainai turėjo tiek infliacija, tiek palūkanų norma, o paskutiniu minėtu atveju įtakos turėjo ir naftos kainos pokyčiai.

Atliktų autorių tyrimų analizė parodo, jog vieningo sprendimo, kurie makroekonominiai rodikliai labiausiai turi įtakos finansų ir kriptovaliutų rinkoms, nėra. Kalbant apie tyrimus, susijusius su bitkoino valiuta, matome, kad dažniausiai yra išskiriama infliacija ir palūkanų normos pokyčiai, kurie yra esminiai makroekonominiai rodikliai. 1-oje lentelėje išskiriamas BVP kaip vienas pagrindinių įtaką finansų rinkoms darančių makroekonominių rodiklių, taip pat nereiktų pamiršti ir palūkanų normos bei infliacijos pokyčių. Tačiau autoriai Boreika ir Pilinkus (2009), nurodo, kad palūkanų norma didelės įtakos finansų rinkų pokyčiams neturėjo.

Autoriai vieningai nesutaria dėl makroekonominių rodiklių, turinčių įtakos finansų ir kriptovaliutų rinkoms, kadangi ne tik makroekonominiai rodikliai lemia rinkų pokyčius. Autoriai savo tyrimuose rinkosi skirtingus laikotarpius, per kuriuos nutinka daug kitų dalykų, tokių kaip politinės naujienos, reguliavimo priemonių pokyčiai, pandemija, įvairios spekuliacijos.

Kaip teigia autorius V. Ricciardi'is (2005), makroekonominiai faktoriai yra tik dalis to, kas daro įtaką finansų rinkoms. Reikia nepamiršti ir sociologijos bei žmonių psichologinės būklės. Tokie įvykiai kaip karas, pandemija gali staigiai pakeisti žmonių mąstymą, padaryti didžiąją dalį investuotojų pesimistiškais ir taip veikti finansų rinkos judėjimą. Šie įvykiai dažnai sukelia neužtikrintumą, nežinomybę. Šiomis dienomis yra ypatingai aktualios geopolitinės įtampos, kurios taip pat yra sunkiai prognozuojamos, tačiau turi labai didelę įtaką finansų rinkoms. Politinės ir socialinės naujovės gali sukelti ekonominį nestabilumą, tokį kaip mokesčių reformos ar kt.

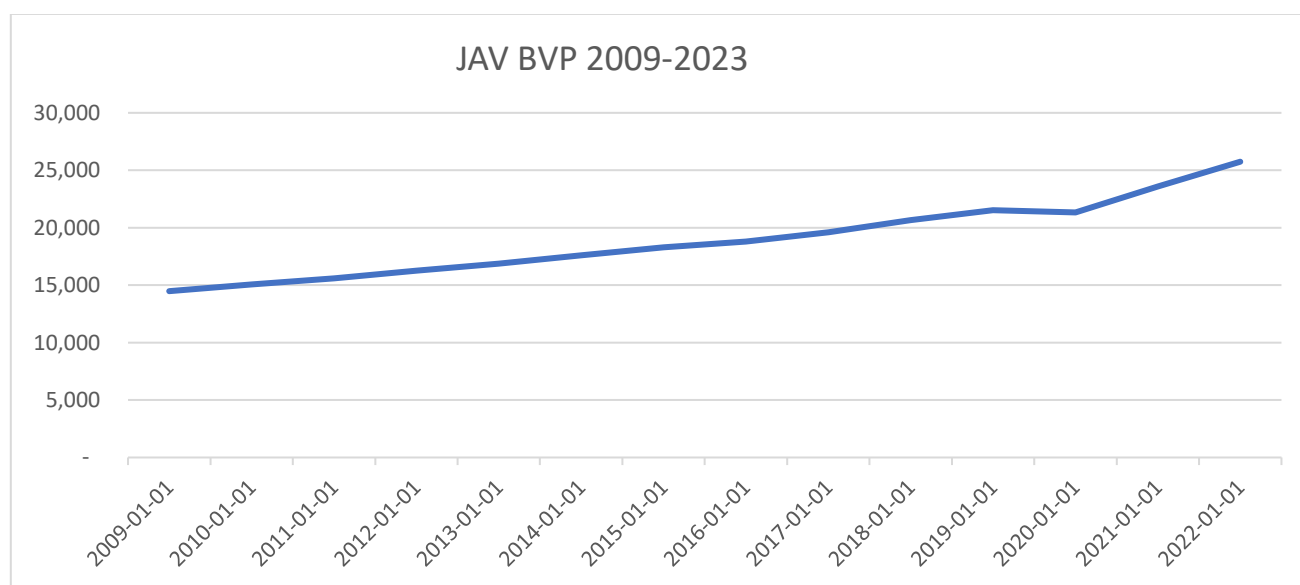


2 pav. Reiškiniai, darantys įtaką finansų rinkoms (V. Ricciardi, 2005)

2-ajame pav. yra išskirti keturi pagrindiniai faktoriai, darantys įtaką finansų rinkoms. Yra išskirti makroekonominiai rodikliai, politika, sociologija ir nenuspėjami įvykiai. Iš šių keturių aspektų, sunkiausiai vertinti yra nenuspėjamus įvykius, kadangi jie sukelia nežinomybę, riziką, neaiškus jų

intensyvumas. Bet kokia nežinomybė pasaulyje gali pakeisti investuotojų mąstymą, jie gali būti priversti mažinti riziką bei uždaryti turimas pozicijas, kas atsilieptų rinkų stabilumui bei kainoms. Taip pat kai įvyksta netikėtumai pasaulyje, tam tikros įmonės gali susidurti su bankroto tikimybe, kas lemtų akcijų rinkų smukimą. Politiniai reguliavimai taip pat gali sukelti įvairias grėsmes rinkų dalyviams. Pavyzdžiui, kriptovaliutų teisiniai reguliavimai, draudimai prekiauti kriptovaliutomis tam tikrose šalyse, neaiškumai dėl teisinio statuso gali sukelti didelius svyravimus rinkose. Būtent todėl įvairūs autoriai prieina skirtingų nuomonių apie makroekonominių rodiklių įtaką finansų ir kriptovaliutų rinkoms. Tačiau tai nekeičia fakto, kad makroekonomika yra labai svarbus aspektas, kurį būtina suprasti, norint priimti investicinius sprendimus.

Nenuspėjami įvykiai, tokie kaip karas ar pandemija, be jokios abejonės paliečia ir visą pasaulio ekonomiką. 2019 metais prasidėjusi COVID-19 pandemija sukėlė didelę nežinomybę bei privertė ekonomiką sustoti. Pandemija privedė nemažą kiekį įmonių prie bankroto, daugelis žmonių prarado darbus. Daugybė šalių įvedė karantiną, uždraudė socialinį judėjimą. Globalios tiekimo grandinės buvo sutrikdytos, tarptautinės prekybos apimtys mažėjo, kilo ekonominis nuosmukis (Walmsley, Rose, Wei, 2020).



3 pav. JAV bendrasis vidaus produktas 2009-2023 (St. Louis Fed).

Pagal pateiktą diagramą aukščiau, galime matyti, kad nuo tada, kada buvo išleistas bitkoinas, JAV bendrasis vidaus produktas pastoviai augo, tačiau, atėjus pandemijai, jis šiek tiek sumažėjo. Karantinas paveikė viso pasaulio ekonomiką, jis sukėlė nerimą ir neapibrėžtumą žmonių gyvenime, dėl ko mažėjo žmonių išlaidos, didėjo taupymas. Taip pat pandemija sukėlė pasaulinės prekybos sutrikimus. Nuosmukis tęsėsi iki 2021 metų ir nuo tada JAV BVP toliau auga. Kalbant apie finansų rinkas pandemijos laikotarpiu, jos taip pat patyrė didelį nestabilumą, akcijų ir bitkoino kainos smuko, Centrinis Bankas, Federalinė Rezervų Sistema reagavo į susiklosčiusią situaciją, mažino palūkanas, skatino ekonominį atsigavimą.

Nenuspėjami įvykiai, yra sunkiai vertinami, tačiau jie turi įtakos tiek ekonomikai, tiek finansų rinkoms. Tačiau makroekonominiai rodikliai daugeliu atveju gali būti įvertinti ir prognozuojami, o jų įtaka finansų, kriptovaliutų rinkoms gali būti analizuojama. Makroekonominė analizė leidžia prognozuoti ekonominį augimo tempą, numatyti, kokia gali būti infliacija ateityje, prognozuoti palūkanų normas. Ši analizė suteikia investuotojams galimybę priimti pelningus sprendimus.

Nors makroekonominė analizė nenumatys visų įmanomų scenarijų, tačiau ji gali parodyti būsimas tendencijas, todėl, nepaisant nenuspėjamų įvykių, politikos veiksmų ir kt., makroekonomika yra kertinis dalykas norint įvertinti galimybes finansų rinkoje ir priimti pelningus sprendimus.

2. Teoriniai makroekonominių rodiklių įtakos „S&P 500“ ir bitkoino kursui sprendimai

2.1. Kriptovaliutų rinka ir jos savybės

Kriptovaliutos turi daug skirtingų apibūdinimų, jos, kaip inovacinė finansų rinkos kategorija, į pasaulinę rinką įžengė 2009 metais, kai atsirado pagrindinė kriptovaliuta – bitkoinas. Būtent 2009 metai buvo visų kriptovaliutų bumų pradžia. Bitkoino valiutą išrado žmogus, prisidengęs slapyvardžiu Satoshi Nakamoto, kurio tapatybė iki šiol dar nėra atskleista. Kriptovaliutos suteikia galimybę atlikti finansines operacijas be tarpininkų, tai yra valiuta be centralizuotos valdžios. Šiandien kai kuriose šalyse bitkoinas jau yra pagrindinė šalies valiuta, o daugelyje kitų šalių su bitkoinu nesunkiai galima atsiskaityti už įvairias prekes ar paslaugas (Joh, Lee, 2022). Daugelis autorių analizuoja kriptovaliutų teoriją ir išskiria jų apibūdinimus. Pavyzdžiui, Low'as ir Tan'as, (2020) teigia, jog kriptovaliuta yra neapčiuopiama valiuta, kuri gali būti laikoma nuosavybe, kadangi turi tam tikrą savo vertę ir ją galima atsiskaityti už prekes ar paslaugas. Daugiau kriptovaliutų apibūdinimų iš skirtingų autorių yra pateikta lentelėje žemiau.

3 lentelė. Kriptovaliutų apibūdinimai

Kriptovaliutų apibrėžimas	Metai	Autorius
Kriptovaliuta tai blokų grandinės dalis, kuri naudojama kaip decentralizuota skaitmeninė valiuta. Tai yra valiuta, kuri neturi fizinės formos.	2020	Amsar I., Christopher, E., Dithi, A., Khan, A.N., Maulana, S.
“Kriptovaliuta dažniausiai apibrėžiama kaip virtuali valiuta, turinti ir kai kurių elektroninių pinigų (dar vadinamų skaitmeniniais pinigais, skaitmenine valiuta) savybių.”	2018	Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnyba
Kriptovaliuta yra valiuta, kuri yra išleista ne centrinio banko, neturi pakankamo reguliavimo bei statuso, o išsiskiria kaip nauja investavimo galimybė.	2019	Volosovych, S. & Baraniuk, Y.
Tai decentralizuota skaitmeninė valiuta, kuri naudoja “blockchain” technologiją.	2023	Abeba N. Turi
Kriptovaliutos yra šifruotos, jos nėra fizinės formos, veikia technologiniu pagrindu ir laikomos programinėje įrangoje.	2022	Ngoc, T.

Remiantis pateiktais autorių apibūdinimais, galima teigti, kad vieno bendro apibrėžimo nėra, tačiau, galime pastebėti, jog kriptovaliuta yra skaitmeninė, decentralizuota, ji neturi fizinės formos, tačiau su ja galima atsiskaityti už įvairias prekes ar paslaugas.

Vis dažniau žmonės spekuliuoja ar kriptovaliutos galėtų pakeisti tradicinius bankus, tačiau visų pirma galima aptarti įvairių autorių mintis, kokių tikslu kriptovaliutos buvo sukurtos. Viena iš pagrindinių kriptovaliutų atsiradimo priežasčių yra technologinė pažanga (Subačius ir Subačienė, 2019). Kita išskiriama priežastis yra decentralizacija – kriptovaliutos leidžia vykdyti transakcijas be jokių tarpininkų. Tai lyg tam tikras galvos skausmas vyriausybėms, komerciniams bei centriniams bankams. Kai vyksta pinigų pervedimas banke, bankas saugo informaciją apie atliktą operaciją, žino tam tikrus duomenis apie siuntėją bei gavėją. Tuo tarpu, kai vyksta pervedimas kriptovaliuta, jis įvyksta tiesiogiai tarp gavėjo ir siuntėjo, nereikia jokių tarpininkų, papildomų mokesčių tretiesiems asmenims, atsiskaitymai yra pigūs ir greiti bei juos galima atlikti bet kuriuo paros metu. Taigi, kriptovaliutos nėra priklausomos nuo geografinių apribojimų, darbo laiko bei kitų veiksnių, su kuriais žmonės susiduria atliekant pervedimus

tradiciniuose bankuose. Dar yra kalbama apie anonimiškumą – kriptovaliutos siūlo didesnę anonimiškumą, lyginant su tradiciniais bankais. Kriptovaliutų technologija nereikalauja siuntėjo ar gavėjo asmens duomenų, todėl kriptovaliutos yra laikoma kaip privatesnė sistema, kur žmonės gali laisviau valdyti lėšas.

Autoriai Subačius ir Subačienė (2019), Yuneline'as (2019) išskiria tokias kriptovaliutų rinkos galimybes:

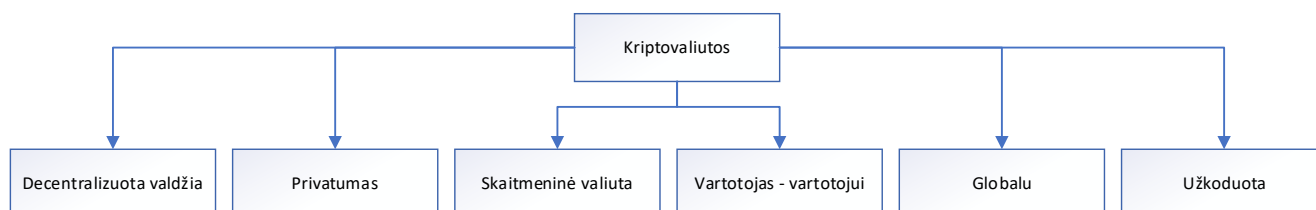
1. Kriptovaliutos yra investicinė priemonė;
2. Technologinė pažanga yra neišvengiama, todėl kriptovaliutos gali būti ateities valiuta;
3. Užtikrinamas anonimiškumas, nėra reikalinga trečioji šalis, transakcijos įvykdomos daug greičiau nei bankuose;

Taip pat šie autoriai įžvelgia ir galimas rizikas:

1. Nėra centralizuotos valdžios;
2. Nėra valiutos stabilumo;
3. Kriptovaliutos yra viena iš pagrindinių valiutų, kuriomis atsiskaitoma už nelegalias veiklas;
4. Kibernetinių atakų grėsmė.

Nors kriptovaliutos siejamos su nemaža rizika, tačiau daugelis autorių šią rinką mato kaip ateities galimybę, kuri anksčiau ar vėliau gali pakeisti bankus. Yra keliama klausimai, ar kriptovaliutos yra pajėgios pilnai pakeisti grynusius pinigus, tačiau šiais laikais technologinė pažanga yra akivaizdi, todėl, laikui bėgant, kriptovaliutos užima vis didesnę dalį rinkos ir mažina abejones dėl kriptovaliutų naudojimo.

Autoriai Amsyar'as ir kt., (2020) išskiria šešias esmines kriptovaliutų sudedamąsias dalis:



4 pav. Kriptovaliutų sudedamosios dalys

- 1) Kriptovaliutos yra decentralizuotos – veikimas nepriklauso nuo vienos centrinės institucijos. Visiškai nesvarbu, kurioje šalyje, ar kurioje pasaulio vietoje vartotojas naudoja kriptovaliutomis.
- 2) Privatumas. Vartotojams nereikia nurodyti nei savo vardo, nei pavardės, jie gauna specialų kodą, kuriuo naudojami atlikdami transakcijas.
- 3) Skaitmeninė valiuta. Ji gali egzistuoti tik kompiuteryje.
- 4) Vartotojas – vartotojui. Nėra trečiųjų šalių, papildomų mokesčių, delsimų.
- 5) Globalu. Įprastai kiekviena šalis turi savo valiutą, susiduriama su tam tikromis problemomis jeigu norima vietinę valiutą siųsti į kitą šalį. Šią problemą išsprendžia kriptovaliutos – jos yra globalios, jas galima siųsti bet kuriuo paros metu į bet kurį pasaulio kraštą.

- 6) Užkoduota. Vartotojai turi specialų kodą, kuriuo naudojasi ir taip apsaugo savo asmeninius duomenis. Tai yra vadinama kriptografija. Pervedimai, žmonių asmeninė informacija yra koduota.

2.2. Bitkoino pasiūla

Kriptovaliutos veikia blokų grandinės pagrindu, tai yra lyg buhalterijos didžioji knyga, kurioje yra kaupiama informacija apie įvykdytas operacijas. Blokų grandinė – tai sistema, kurioje rašomi įvairūs įvykiai ar sandoriai. Jie yra surašyti blokais, kuriuos galima vadinti kaip tam tikrais puslapiais knygoje. Visi blokai yra saugomi ne vienoje vietoje, jie yra paskirstyti tarp daugybės kompiuterių globaliai. Tai reiškia, jog nėra centrinės valdžios, visi procesai yra decentralizuoti. Pagrindė, kriptovaliutos yra išgaunamos kasimo būdu. Kasimas – tai procesas, kai kompiuteriai sprendžia matematinės lygtis, o sėkmingai jas išsprendus, pridedami nauji blokai prie kriptovaliutos tinklo ir taip yra iškasamos kriptovaliutos. Tačiau reikia paminėti, kad kasimas su kiekviena diena tampa mažiau efektyvesnis. Pavyzdžiui, bitkoino algoritmas yra sukurtas taip, kad kas keturis metus įvyksta vadinamas “padalinimas”, kuris reiškia, kad po šios dienos bus iškasama dvigubai mažiau bitkoino valiutos, nei buvo iškasama prieš tai. Pirmasis padalinimas įvyko 2012 metais ir jis vyks kas keturis metus, kol bus iškasti visi įmanomi bitkoino žetonai. Paskutinis numatomas padalinimas yra 2140 metais, būtent tada bus pasiekta maksimali riba tai yra 21 milijonas bitkoino žetonų (Meynkhart, 2019). Kas keturis metus bitkoino kasėjai iškasa dvigubai mažiau bitkoino valiutos už tas pačias pastangas. Todėl žmonės pamažu nustoja kasti šias valiutas, kadangi tai tampa finansiškai nenaudinga. Kasimas taip pat reikalauja daug elektros energijos, kuri tam tikrais laikotarpiais net neatsiperka ir taip žmonės kasdami kriptovaliutas patiria nuostolį.

Kalbant apie bitkoino padalinimą, galima teigti, jog tai puiki priemonė apsisaugoti nuo infliacijos, kadangi bitkoino pasiūla yra ribota. Visa ši sistema yra sukurta tam, kad būtų reguliuojama pasiūla. Būtent šis reiškinys, kuris įvyksta kas keturis metus, yra neatsiejamas su bitkoino kainos kilimu, kadangi investuotojai yra įsitikinę, jog mažėjanti pasiūla turėtų didinti bitkoino kainą.

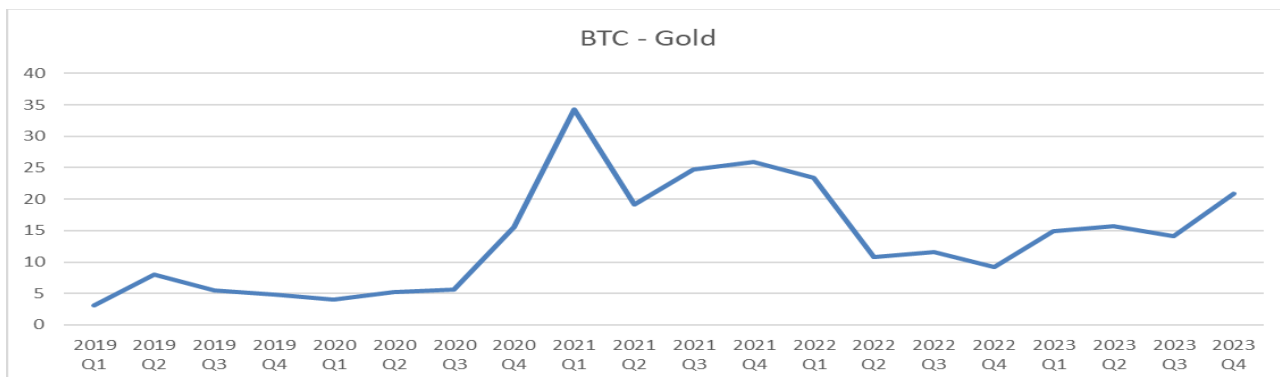
Bitkoino padalinimas tai protokolo mechanizmas, kuris kas keturis metus sumažina kiekvieno bloko atlyginimą, reguliuoja naujų bitkoinų įvedimą į rinką. Kaip buvo minėta, visų bitkoinų kiekis yra ribotas iki 21 milijono vienetų. Kai yra išsprendžiama paskutinė nustatyto bloko lygtis, susidedanti iš 210 000 blokų ir yra surandamas paskutinis blokas, atlyginimas už sekantį bloką mažinamas dvigubai (Meynkhart, 2019). 5 pav. yra pavaizduota bitkoino iškasio kiekiai.

Metai	Blokų kiekis	Bitcoinų kasimo atlyginimas	Iškasas bitcoinų kiekis	Viso iškasas bitcoinų kiekis nuo maksimalaus kiekio, %	Viso iškasta bitcoin
2009	210,000	50.0000	10,500,000	50.0000%	10,500,000
2012	420,000	25.0000	5,250,000	25.0000%	15,750,000
2016	630,000	12.5000	2,625,000	12.5000%	18,375,000
2020	840,000	6.2500	1,312,500	6.2500%	19,687,500
2024	1,050,000	3.1250	656,250	3.1250%	20,343,750
2028	1,260,000	1.5625	328,125	1.5625%	20,671,875
2032	1,470,000	0.7813	164,063	0.7813%	20,835,938
2036	1,680,000	0.3906	82,031	0.3906%	20,917,969
2040	1,890,000	0.1953	41,016	0.1953%	20,958,984
2044	2,100,000	0.0977	20,508	0.0977%	20,979,492
2048	2,310,000	0.0488	10,254	0.0488%	20,989,746
2052	2,520,000	0.0244	5,127	0.0244%	20,994,873
2056	2,730,000	0.0122	2,563	0.0122%	20,997,437
2060	2,940,000	0.0061	1,282	0.0061%	20,998,718
2064	3,150,000	0.0031	641	0.0031%	20,999,359
2068	3,360,000	0.0015	320	0.0015%	20,999,680
2072	3,570,000	0.0008	160	0.0008%	20,999,840
2076	3,780,000	0.0004	80	0.0004%	20,999,920
2080	3,990,000	0.0002	40	0.0002%	20,999,960
...	...	...	...	...	...
2140	6,930,000	0.0000	0	100.0000%	21,000,000

5 pav. Bitkoino pasiūla

Kaip matome 5 pav., nuo 2009 iki 2012 metų buvo nustatyta 210 000 blokų kiekio riba, kuriuos išsprendus įvyksta bitkoino padalinimas ir sekantį keturis metus yra sprendžiami nauji 210 000 blokų, tačiau su dvigubai mažesniu atlyginimu. Sekantis bitkoino padalinimas numatomas 2024 metų balandžio mėnesį, ir tuo metu rinkoje jau bus maždaug 20 milijonų bitkoinų, kas sudaro apie 95 procentus visų galimų bitkoinų (Meynkhard, 2019).

Skirtingai nei tradiciniai pinigai, bitkoinas yra panašus į auksą. Auksas yra fizinė metalo forma, o bitkoinas yra decentralizuota skaitmeninė valiuta, tačiau šios dvi investicinės priemonės turi kelis panašumus. Tiek bitkoino, tiek aukso pasiūla yra ribota. Ribota pasiūla pritraukia daugiau investuotojų, kadangi ateityje paklausa gali kilti. Abi investicinės priemonės yra laikomos puikia apsauga nuo infliacijos, būtent dėl ribotos pasiūlos. Autoriai Klein'as, Thu'is, Walher'is (2018), teigia, kad bitkoinas kaip investicinė priemonė yra naujasis auksas arba aukso pakaitalas.



6 pav. Bitkoino kainos palyginimas su auksu

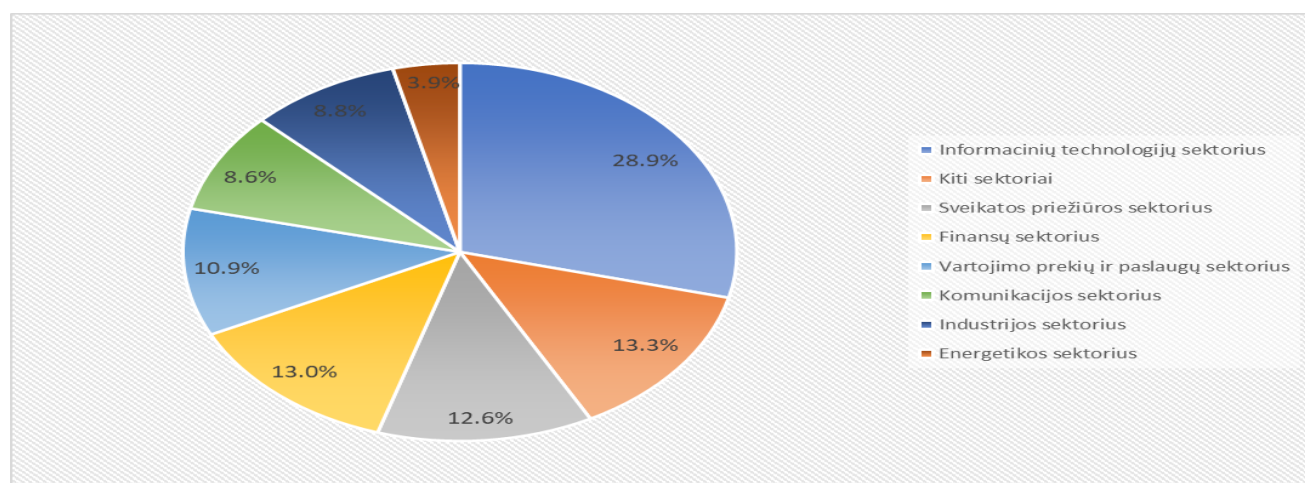
6-ajame pav. yra pateikta bitkoino kainos palyginimas su aukso kaina laikotarpiu nuo 2019 metų sausio mėnesio iki 2024 metų sausio mėnesio. Grafikas parodo, kad per šiuos penkis metus bitkoino kaina aukso kainos atžvilgiu kilo net 587%. Laikotarpio pradžioje bitkoino kaina siekė apie 5000 JAV dolerių, o aukso kaina siekė apie 1250 JAV dolerių, kas reiškė jog bitkoinas yra apie 4 kartus brangesnis, lyginant su auksu, o 2023 m. pabaigoje aukso kaina buvo 2070 JAV dolerių, o tuo tarpu bitkoino kaina siekė apie 44000 JAV dolerių, todėl vienas bitkoinas buvo šiek tiek daugiau nei 20 kartų brangesnis už auksą. 2021 metų pirmajame ketvirtyje pastebimas didelis bitkoino kainuos šuolis, kai bitkoinas buvo brangesnis už auksą 35 kartus. Šie skaičiai parodo, kad bitkoinas įgauna vis didesnę pripažinimą pasaulyje ir su kiekvienais metais pritraukia daugiau investuotojų lėšų.

Toliau tęsiant temą apie kriptovaliutų išleidimą, ne visos kriptovaliutos į rinką išleidžiamos vykdant kasimą, kitos yra išleidžiamos į rinką ICO (*angl. Initial Coin Offering*) principu, kas yra lyg startuolis, kai sukuriamos naujos kriptovaliutos ir paleidžiamos į rinką investuotojams.

Investuotojams svarbu žinoti, kad jie nesunkiai kriptovaliutas gali nusipirkti pasitelkiant kriptovaliutų keityklų paslaugas. Dauguma žmonių būtent taip ir įgyja norimas kriptovaliutas. Populiariausios kriptovaliutų keityklos yra „Binance“, „Kraken“, „Coinbase“ ir kt.

2.3. „S&P 500“ indeksas ir jo savybės bei palyginimas su bitkoino valiuta

Standard & Poor's 500 indeksas yra vienas pagrindinių JAV akcijų rinkos indeksų, kurį sudaro 500 didžiausių JAV bendrovių, kotiruojamų NYSE arba NASDAQ biržose. Šis indeksas yra įkurtas 1957 metais, didžiausios indekso įmonės – „Microsoft“, „Apple“, „Facebook“, „Amazon“ bei daugelis kitų didžiųjų pasaulio įmonių. „S&P 500“ indeksas yra laikomas tiksliausiu JAV akcijų rinkos būklę parodančiu indeksu. Indekso vertė yra apskaičiuojama, kai kiekvienai įmonei suteikiamas svoris, kuris nustatomas pagal tos įmonės rinkos kapitalizaciją. Tuomet pagal kiekvienos įmonės nustatytą svorį yra apskaičiuojama šio indekso vertė, padauginant iš akcijų kainos, remiantis proporciniu skaičiavimu. Daugelis investuotojų išskiria, kad „S&P 500“ indeksas atspindi visą JAV ekonomikos būklę, kadangi šis indeksas apima įmonės iš įvairiausių sričių, įskaitant finansus, energetiką, technologijas, sveikatos priežiūrą ir kt.



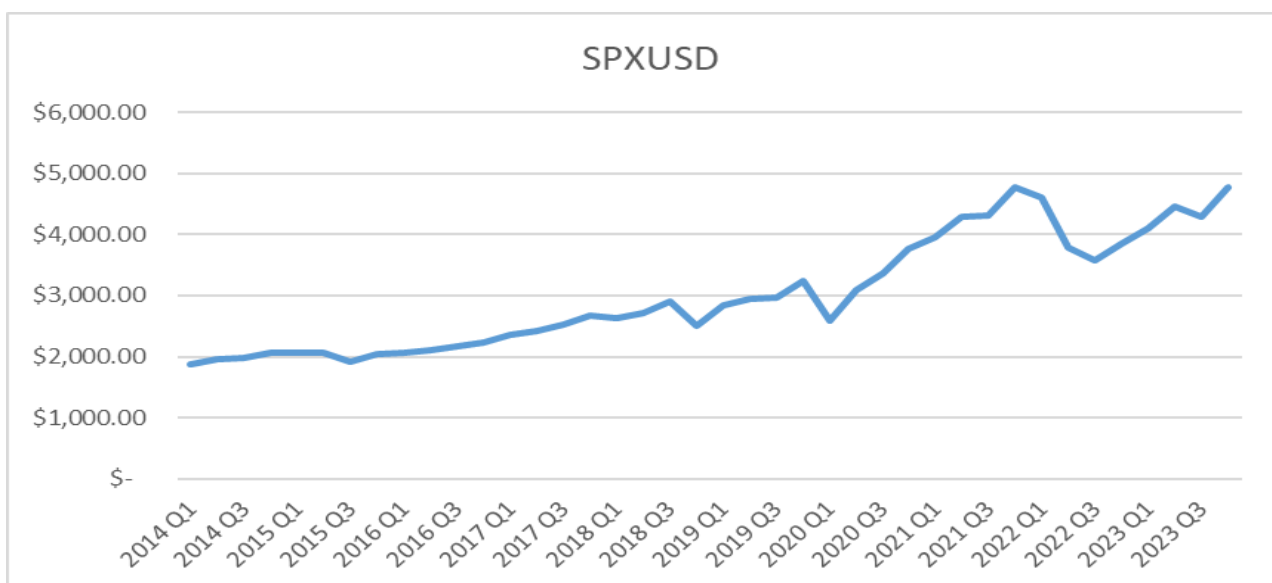
7 pav. „S&P 500“ indekso pagrindiniai įmonių sektoriai (Spglobal.com, 2024)

Remiantis SPGlobal duomenimis, 2023 metų pabaigoje „S&P 500“ indekse didžiausią svertą turi informacinių technologijų įmonės, kurios sudaro 28,9 procento viso „S&P 500“ indekso. Antras pagal dydį – finansų sektorius, sudarantis 13 procentų viso indekso. Toliau – sveikatos sektorius, kuris užima 12,6 procento, 10,9 procento užima vartojimo prekių ir paslaugų sektorius bei kiti sektoriai, kurie yra įvardyti 7 paveiksle. Norint būti įtrauktam į „S&P 500“, įmonės akcijos turi būti itin aukšto likvidumo bei aukštos rinkos kapitalizacijos. Lyginant su kriptovaliutų rinka, „S&P 500“ yra tradicinis akcijų rinkos indeksas, o tuo tarpu kriptovaliutos yra skaitmeninė valiuta. Akcijų rinkos patiria gerokai mažesnius svyravimus, todėl akcijos yra laikomos saugesne investicija, tačiau nebūtinai pelningesne.

4 lentelė. „S&P 500“ ir bitkoino skirtumai bei panašumai

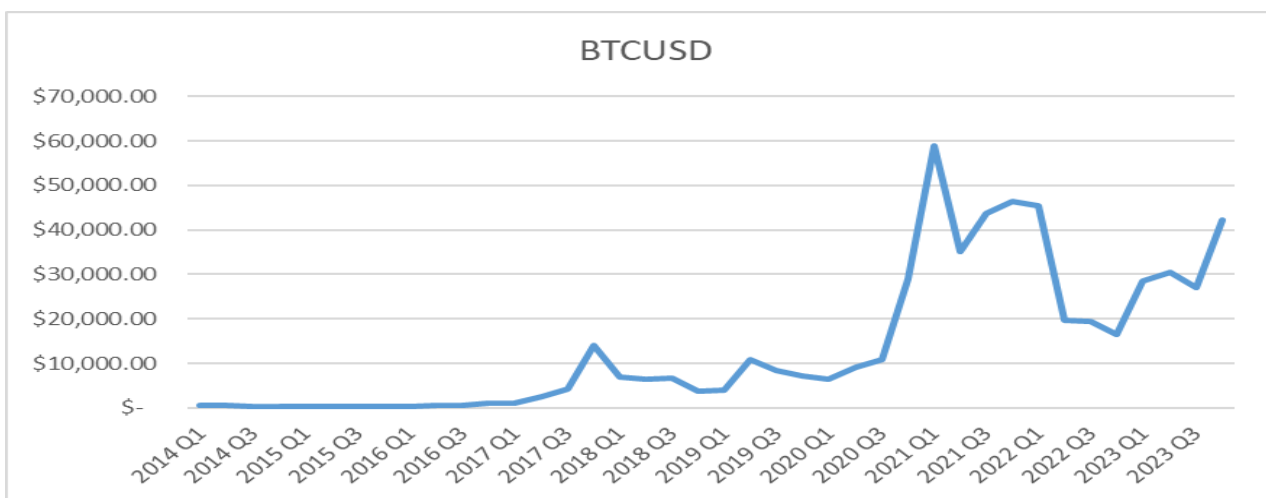
„S&P 500“	Bitkoinas
Akcijų indeksas, atspindintis 500 didžiausių JAV bendrovių akcijų kainas	Skaitmeninė valiuta, kuri veikia decentralizuotai
Griežtai reguliuojama finansinių institucijų	Nėra griežtos reguliavimo politikos, reguliacija kintanti
Prekiaujama tradicinėmis akcijų rinkų valandomis	Prekiaujama nuolat
Pelnas gaunamas iš akcijų vertės kilimo bei dividendų	Pelnas gaunamas iš bitkoino valiutos vertės kilimo
Rinkos kapitalizacija siekia 40 trilijonų JAV dolerių	Rinkos kapitalizacija siekia 845 mlrd. JAV dolerių

4-oje lentelėje galime matyti „S&P 500“ palyginimą su bitkoino valiuta. Matome, kad bitkoinas turi pranašumą tuo, kad galima prekiauti bet kuriuo paros metu, įskaitant savaitgalius, o tuo tarpu akcijomis prekiauti galima tik nustatytomis darbo valandomis. „S&P 500“ rinkos kapitalizacija siekia 40 trilijonų JAV dolerių, o bitkoino rinkos kapitalizacija šiuo metu yra 845 mlrd. JAV dolerių. Taip pat, kaip ir minėta anksčiau, bitkoinas yra decentralizuota skaitmeninė valiuta, kuri neturi pastovaus reguliavimo, jis vis dar yra vystomas, o akcijų rinka yra nuolat griežtai reguliuojama finansinių institucijų.



8 pav. „S&P 500“ indekso vertė JAV doleriais laikotarpiu 2014 m. – 2023 m. (Nasdaq.com, 2024)

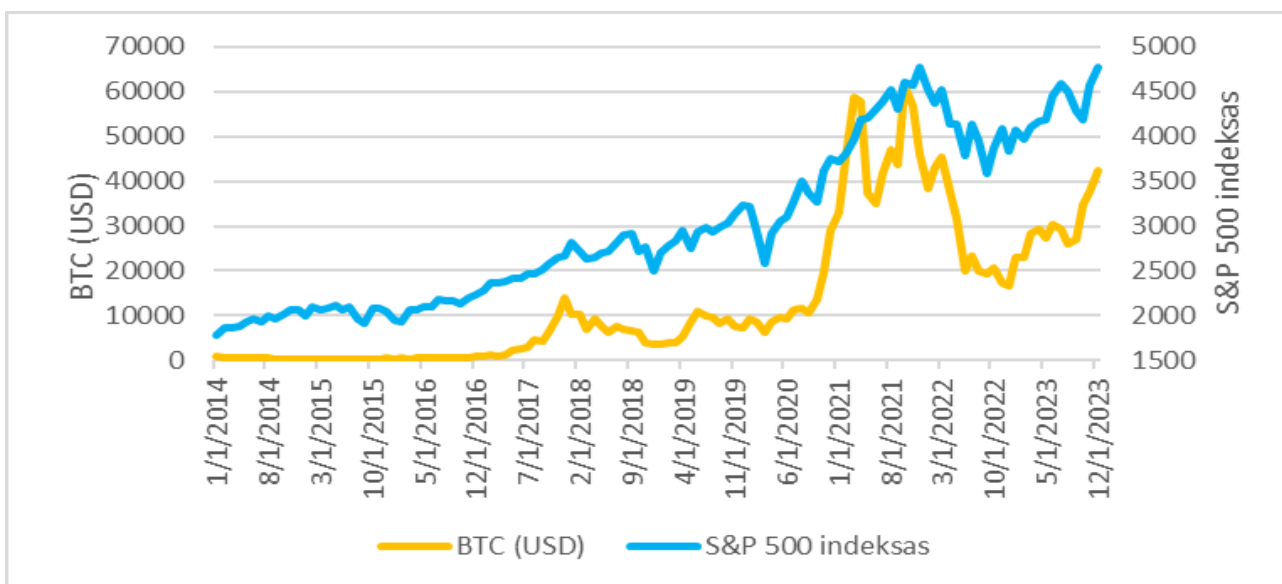
8-ajame pav. matome „S&P 500“ indekso vertės pokyčius JAV doleriais nuo 2014 metų iki 2023 metų. Galime pastebėti, jog indeksas gana pastoviai kyla, korekcija pastebima 2020 – 2021 metais COVID-19 pandemijos laikotarpiu. „S&P 500“ akcijų vertė nuo 2014 m. iki dabar paaugo 127 proc.



9 pav. Bitkoino kaina JAV doleriais 2014 m. – 2023 m. (Coinmarketcap.com, 2024)

9 pav. galime matyti bitkoino kainos judėjimą tuo pačiu laikotarpiu. Matome, jog bitkoino pikas buvo 2021 metų pabaigoje, kai jo vieneto kaina viršijo 60000 JAV dolerių už vieną bitkoiną. Laikotarpiu nuo 2013 metų iki 2023 metų bitkoino paaugo net apie 5400%.

Toliau, galime palyginti bitkoino ir „S&P 500“ indekso vertes. Kadangi bitkoino valiuta išleista gana neseniai, yra nereikšminga lyginti jų kainas nuo pat išleidimo pradžios, kadangi tuo metu bitkoinas buvo vertas mažiau nei dolerį. Todėl palyginkime pastarųjų penkių metų kainų judėjimą.



10 pav. BTC ir „S&P 500“ indekso kainų palyginimas (USD) 2014 m. – 2024 m. (Tradingview.Com, 2024)

Remiantis Tradingview duomenimis (10 pav.), galime pastebėti, jog BTC valiuta nuo 2014 metų sausio mėnesio iki 2024 metų sausio mėnesio pakilo apie 9000 procentų, nuo 465 JAV dolerių už vieną bitkoino žetoną iki 43800 JAV dolerių už vieną BTC. Kalbant apie „S&P 500“ indekso vertę šiuo laikotarpiu, ji pakilo apie 155 procentus nuo 1872 JAV dolerių vertės iki 4697 JAV dolerių vertės. Šis grafikas parodo, kad bitkoinas yra gerokai pelningesnė investicija nei „S&P 500“ indekso. Kriptovaliutų rinka, nors ir

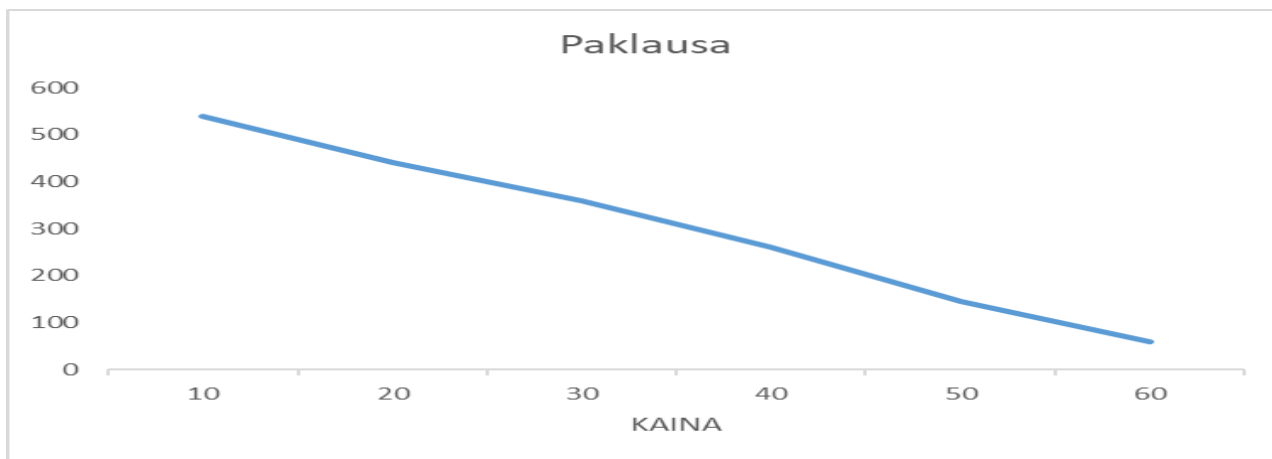
patiria didelius svyravimus, tačiau, žvelgiant į ilgąjį laikotarpį, yra pelningiausia investicija nuo pat jų išleidimo pradžios.

2.4. Rinkų svyravimai ir anomalijos

Kalbant apie kriptovaliutų svyravimus, reikėtų nepamiršti likvidumo sąvokos. Likvidumas finansų rinkose atspindi kaip lengvai gali būti parduodamas tam tikras produktas, pavyzdžiui akcijos arba tam tikros kriptovaliutos. Jeigu yra pakankamai pirkėjų ir pardavėjų, kurie yra pasiruošę atlikti sandorius, tuomet likvidumas bus pakankamai aukštas ir tokį produktą pirkti ar parduoti nebūna sudėtinga. Jeigu likvidumas nėra aukštas, tuomet tam tikras finansinio instrumento pardavimas gali sukelti didelius kainos svyravimus. Pavyzdžiui, jeigu yra daugiau pardavėjų nei pirkėjų, tuomet gali kilti didelis nuosmukis, o jeigu yra atvirkščiai, tai yra daugiau pirkėjų nei pardavėjų, tuomet mažo likvidumo finansinio instrumento kaina gali staigiai šokti į viršų. Apibendrinant, galima teigti, kad likvidumas tai yra lygis, kuris parodo kaip greitai turtas gali būti parduotas ar nupirktas rinkoje už dabartinę kainą.

Kai kurios kriptovaliutos patiria daug didesnius svyravimus nei BTC valiuta, nes jos nėra pakankamai likvidžios, tačiau kalbant apie patį bitkoiną, jis yra pakankamai likvidus ir jį parduoti realiu metu nėra sudėtinga.

Norint dar labiau suprasti kainų svyravimus, galima prisiminti pagrindinę ekonomikos taisyklę, tai yra pasiūlos ir paklausos principas. Ši taisyklė nusako, kaip kainos kinta rinkoje esant skirtingoms sąlygoms. Autoriai Whelan'as, Msefer'is (2001) išskiria, kad paklausa susideda iš dviejų dalių tai yra noro pirkti ir gebėjimo pirkti. Noras įsigyti prekę parodo tam tikrą prekės kainą, už kurią vartotojas yra pasiryžęs nusipirkti. Gebėjimas pirkti reiškia, jog norint įsigyti tam tikrą prekę už konkrečią kainą, visų pirma, vartotojas turi turėti pakankamai lėšų. Abu šie veiksniai priklauso nuo rinkos kainos.

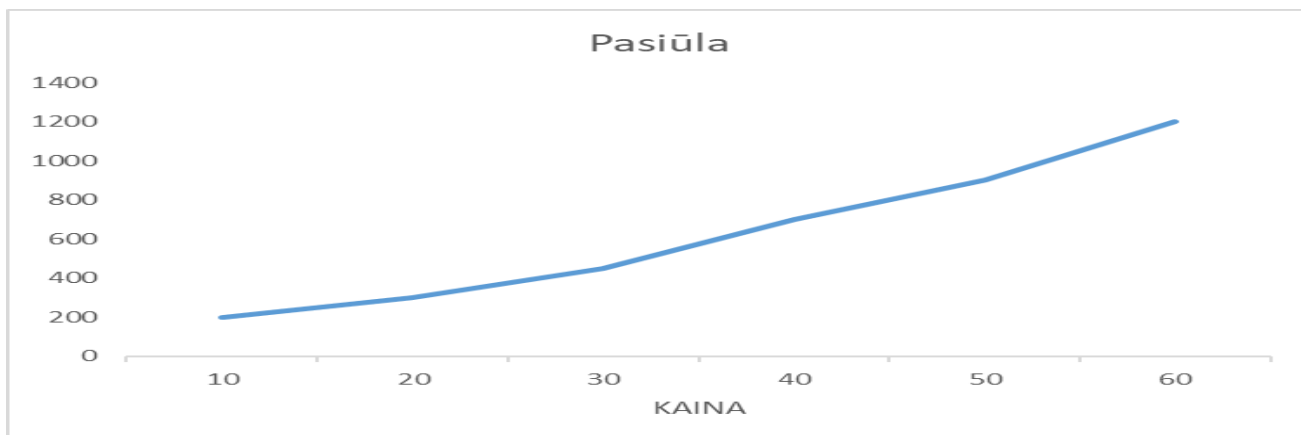


11 pav. Paklausos dėsnis

11 pav. galime matyti kaip veikia paklausa. Matome, kad kainai didėjant, paklausa mažėja, ir atvirkščiai, kai kaina yra žema, paklausa būna didelė.

Panašiai yra ir su pasiūlos dėsniu. Noras parduoti ir galimybė tą padaryti nusako pardavėjo veiksmus. 12 pav. galime matyti pasiūlos dėsnio grafiką. Matome, kad kainai kylant, didėja ir pasiūla. Esant

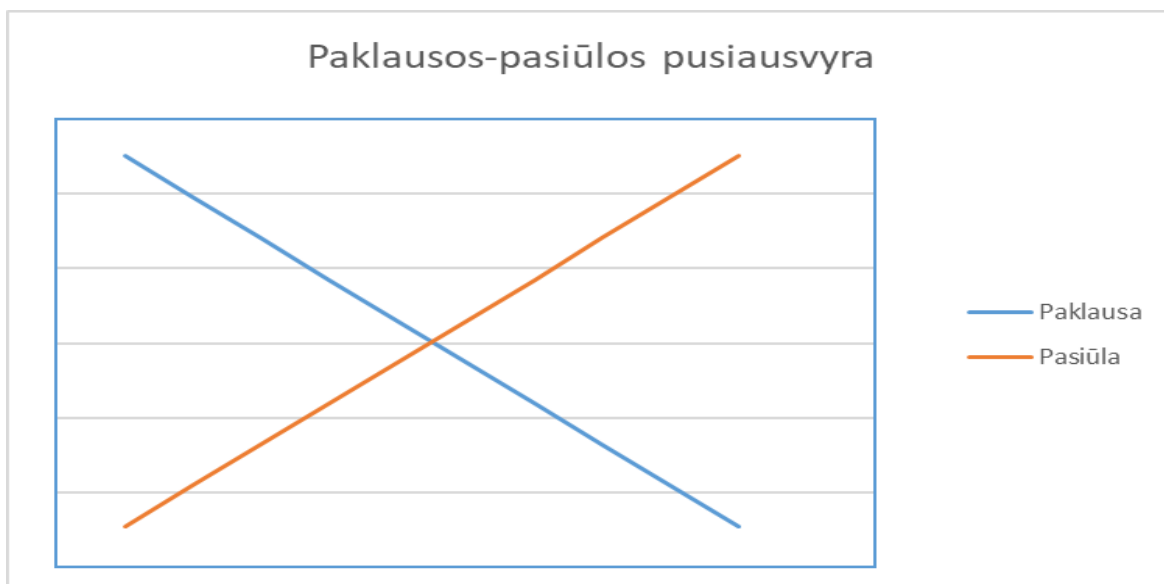
aukštesnėms kainoms, daugiau prekių bus prieinama vartotojams, kadangi pardavėjas uždirbs didesnę pelną, padengs sąnaudas ir laikui bėgant galės pasiūlyti daugiau prekių.



12 pav. Pasiūlos dėsnis

Ekonomikos teorijoje yra teigiama, kad pasiūla auga augant kainai, nes yra keliama prielaida, kad kiekvieną papildomą prekės vienetą pagaminti tampa brangiau, todėl šis procesas reikalauja kainų kilimo siekiant gamybos atsipirkimo. Aukštos kainos skatina didinti gamybos kiekius (Whelan, Msefer, 2001).

Pasiūla ir paklausa pasiekia pusiausvyrą tada, kai kiekis, kurį norima parduoti yra lygus kiekiui, kurį norima pirkti. Būtent šis susikirtimo taškas nustato produkto kainą. Pusiausvyra rinkoje yra svarbus ekonominis aspektas, kai pasiūla ir paklausa yra lygi. Šis pusiausvyros taškas užtikrina, kad tiek pirkėjai, tiek tiekėjai būtų patenkinti ir rinkoje nebūtų nei pertekliaus, nei trūkumo.



13 pav. Paklausos-pasiūlos pusiausvyros taškas

Tęsiant temą apie rinkų svyravimus, reikia nepamiršti ir termino rinkų anomalijos. Rinkų anomalijos yra svarbus reiškinys finansų rinkose. Anomalijos yra skirstomos į ilgalaikes ir trumpalaikes, jos sukelia svyravimus rinkose bei turi didelę įtaką investuotojams.

Autoriai Caporale'as ir Plastun'as (2019) savo atliktame tyrime apie kriptovaliutų anomalijas, išskiria „savaitės dienos efektą“, kuris parodo, kad kriptovaliutų rinkoje egzistuoja toks efektas, kai instrumentų kainos kinta priklausomai nuo savaitės dienos. Būtent šiuo atveju įrodyta, kad bitkoinas labiausiai svyruoja pirmadieniais.

Kitame tyrime autoriai Dong'as, Jiang'as, Liu'is, Zhu'as (2022) išskiria sezoniškumo anomaliją kriptovaliutų rinkoje, tai yra, kad kriptovaliutų pokyčiai vyksta tam tikrais periodais kiekvienais metais, pavyzdžiui, artėjant didžiosioms metų šventėms kriptovaliutų kainos krenta, kadangi investuotojai realizuoja uždirbtą pelną parduodant kriptovaliutas.

Taip pat autoriai Gandai'as ir Halaburda's (2016) išskiria tinklo efektą, tai yra kai kriptovaliutų kainos kyla dėl to, nes daugelis investuotojų naudojasi tam tikra paslauga ar platforma, pavyzdžiui atsiradus naujai platformai ji pritrauks naujus investuotojus ir todėl šios platformos kainą kils. Puikus tinklo efekto pavyzdys – interneto atsiradimas, kuris pradėjo vystytis ir tobulėjo tada, kai prie jo jungėsi vis daugiau žmonių.

Kalbant apie rinkų anomalijas, jų yra tikrai nemažai. Pavyzdžiui, sausio efektas, tai tendencija, kuri yra pastebima rinkose tik prasidėjus metams, kai rinkos gražos būna didesnės nei įprastai. Sausio efektas dažnai siejamas su papildomai atsilaisvinusiais pinigais, pavyzdžiui, dividendų išmokėjimu, gautomis premijomis per šventes ir kt. Taip pat yra išskiriama mėnesio galo efektas, kai pastebima teigiama tendencija rinkose mėnesio pabaigoje. Šis reiškinys siejamas su algų išmokėjimu, su investicinių fondų portfelių optimizavimu.

Autorius Zaremba (2016) visas rinkų anomalijas suskirstė į 9 grupes. Visų pirma autorius išskiria likvidumo anomalijas, tai yra, kai finansinio instrumento likvidumas kinta nepastoviai ir neprognozuojamai. Antra grupė išskirta autoriaus yra apsisukimo anomalija, kai kainos neprognozuotai keičia kryptį ir juda priešinga linkme, nei judėjo prieš tai. Taip pat autorius išskiria laikotarpio anomaliją, tai yra kai kainos juda netikėtai tam tikru laikotarpiu. Visos autoriaus išskirtos anomalijos pateikiamos lentelėje žemiau.

5 lentelė. Rinkų anomalijos

Likvidumo anomalija	Finansinio instrumento likvidumas kinta nepastoviai ir neprognozuojamai.
Apsisukimo anomalija	Kainos neprognozuotai keičia kryptį ir juda priešinga linkme, nei judėjo prieš tai.
Laikotarpio anomalija	Kainos juda netikėtai tam tikru laikotarpiu.
Kokybės anomalija	Anomalijos susijusios su subjekto finansine padėtimi. Anomalija įvyksta, kai subjektas turi puikią ekonominę būklę, tačiau jo kainos krenta ir atvirkščiai.
Nuokrypio anomalija	Kai turto kainos svyruoja dėl netikėtumų ir nuokrypių rinkoje
Vertės anomalija	Kai akcijos su geru fundamentaliu įvertinimu pasirodo geriau, nei akcijos su prastesniu fundamentaliu įvertinimu. Šis reiškinys yra stabilus ir įvyksta gana dažnai
Išleidimo anomalija	Kai kainos patiria netikėtus svyravimus po jų išleidimo į rinką
Volatilumo (nepastovumo) anomalija	Staigūs kainų svyravimai, kurių prognozuoti beveik neįmanoma
Sezoniškumo anomalija	Kainos kinta tam tikru metu ir pasikartoja kas tam tikrą laikotarpį

2.5. Makroekonominiai rodikliai, veikiantys finansų rinkas

Finansų rinkų pokyčius, įskaitant ir kriptovaliutas, dažnu atveju lemia ekonominė situacija pasaulyje. Tokie rodikliai kaip bendrasis vidaus produktas, nedarbo lygis, infliacija ir kt. atspindi investuotojų nuotaiką. Makroekonominės sąlygos gali įtakoti tiek akcijų rinkas, tiek kriptovaliutų rinkas. Šie rodikliai nulemia ne tik investuotojų sprendimus, bet ir įtakoja finansinio stabilumo lygį. Priešingai nei tradicinės finansų rinkos, kriptovaliutų rinka yra pakankamai šviežias ir unikalus reiškinys, todėl būtina paanalizuoti įvairių autorių darbus, kurie atliko tyrimus su šiais duomenimis.

Autoriai Corbet'as ir kt. (2020) atliko analizę, kur lygino „S&P 500“ indekso kainų pokyčius su bitkoino kainų pokyčiais. Tirtas laikotarpis nuo 2010 m. iki 2019 m. rugsėjo parodė, kad vidutiniškai per šį laikotarpį bitkoino kaina kito 3% per dieną, o „S&P 500“ indeksas 0,5% per dieną. Maksimalus bitkoino dienos pokytis šiuo laikotarpiu užfiksuotas 52,9%, o „S&P 500“ indekso – 6,7%.

Tokie dideli bitkoino svyravimai fiksuojami dėl to, kad rinka yra dar pakankamai nauja ir nuolat auganti, pritraukianti vis daugiau žmonių kiekvieną dieną. Svarbu pažymėti, kad ši rinka yra spekuliacinė, ji neturi tokio likvidumo dydžio kaip „S&P 500“ akcijų rinka. Autoriai teigia, jog santykinai mažas bitkoino likvidumo lygis nesunkiai gali sukelti paniką rinkoje, kai būna paskelbiamos tam tikros prastos naujienos, kurios gali paskatinti masinius pardavimus. Šie faktoriai pabrėžia unikalias kriptovaliutų rinkos savybes.

6 lentelė. Bitkoino ir „S&P 500“ dienos pokyčiai laikotarpiu 2010 07 – 2019 09

	Vidutinis pokytis	Standartinis nuokrypis	Maksimalus pokytis
Bitkoinas	0.031	0.043	0.529
„S&P 500“	0.005	0.006	0.067

Kalbant apie standartinį nuokrypį, matome, jog laikotarpiu nuo 2010 m. liepos mėnesio, iki 2019 m. rugsėjo mėnesio bitkoino atveju jis siekia 0.043, o „S&P 500“ 0.006. Standartinis nuokrypis parodo duomenų dispersiją nuo jų vidurkio, t.y. parodo kainų stabilumą. Kuo standartinis nuokrypis didesnis, tuo kainų svyravimo amplitudė yra didesnė. Matome, jog BTC valiuta šiuo laikotarpiu svyravo gerokai daugiau nei „S&P 500“ indeksas.

Tiesa, reikia pabrėžti, kad šie duomenys yra iki 2019 metų rugsėjo mėnesio, kai bitkoino bendra rinkos kapitalizacija siekė apie 85 mlrd. JAV dolerių, Pastaraisiais metais kriptovaliutų rinka patyrė didelį augimą ir šiai dienai bitkoino kapitalizacija yra apie 10 kartų didesnė, todėl, galima teigti, kad tokių didelių svyravimų šiandien nėra.

Autoriai atliko analizę, kaip kito bitkoino kaina kintant tam tikriems makroekonominiais rodikliais. Naudojant regresinę analizę buvo lyginami bitkoino kainos duomenys su BVP, infliacijos, nedarbo lygio bei ilgalaikio naudojimo prekių pardavimo pokyčiais.

Rezultatai parodė, kad didžiausią įtaką iš šių keturių rodiklių turėjo nedarbo lygio pokyčiai. Įdomu tai, kad bitkoino kaina reagavo neigiamai į teigiamus nedarbo lygio pokyčius, t.y. jeigu nedarbo lygis mažėjo, bitkoino kaina krito, ir atvirkščiai, augant nedarbo lygiui, bitkoino kaina taip pat augo. Kitas reikšmingas rodiklis atliktoje analizėje buvo ilgalaikio vartojimo prekės. Ilgalaikio vartojimo prekių kylanti paklausa gali parodyti teigiamą ekonominį pokytį, kadangi šis rodiklis apima įvairias prekes,

tokias kaip automobiliai, buitinė technika, elektronika ir kt. Įdomu tai, kad analizė parodė, jog didėjant ilgalaikių prekių pardavimams, bitkoino kaina mažėjo.

Kalbant apie infliaciją ir BVP, autorių atliktas tyrimas parodė, kad šie du rodikliai didelės įtakos bitkoino kainai neturėjo. Paskelbus teigiamas ar neigiamas naujienas apie BVP ar infliaciją duotoju laikotarpiu, bitkoino kaina į naujienas nereagavo arba reagavo nereikšmingai (Corbet ir kt., 2020).

Boreika ir Pilinkus (2009) atliko tyrimą, kaip makroekonominiai rodikliai veikia Baltijos šalių akcijų rinkas. Tyrime buvo naudoti šie makroekonominiai rodikliai:

- Individualaus vartojimo išlaidos;
- BVP;
- Statybos sąnaudų kainų indeksas;
- Nedarbas;
- TALIBOR; RIGIBOR; VILIBOR;
- Pinigų kiekis.

Atlikta analizė parodė, kad Baltijos šalyse akcijos labiausiai koreliavo su BVP rodiklio pokyčiais, nedarbo lygiu ir pinigų kiekiu.

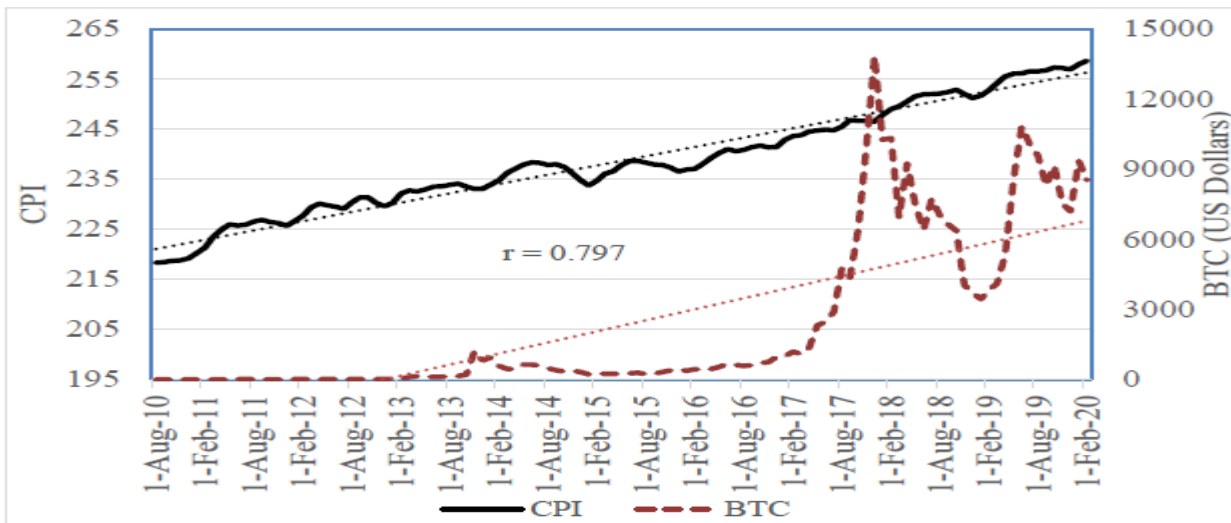
7 lentelė. Koreliacijos ryšys tarp OMX indekso ir makroekonominių rodiklių

Makroekonominiai rodikliai	OMX indeksas (Spirmeno koreliacijos koeficientas R)		
	Estija	Latvija	Lietuva
Individualaus vartojimo išlaidos	0,269	0,944	0,767
BVP (šalies valiuta)	0,962	0,951	0,928
Statybos sąnaudų kainų indeksas	0,341	0,799	0,923
Nedarbas	-0,892	-0,723	-0,94
Palūkanų norma	-0,060	0,292	-0,118
Pinigų kiekis (šalies valiuta)	0,965	0,928	0,958

7-oje lentelėje galime matyti gautus tyrimo rezultatus. Estijoje didžiausia akcijų rinkos koreliacija fiksuota su BVP rodikliu (0,962), su nedarbo lygiu (-0,892), su pinigų kiekiu (0,965). Latvijoje rezultatai šiek tiek skyrėsi, kadangi Latvijos akcijų rinka koreliavo ir su individualaus vartojimo išlaidų pokyčiais, koreliacijos koeficientas siekė 0,944, kai tuo tarpu Estijoje vos 0,269. Lietuvoje didžiausia akcijų rinkos koreliacija fiksuota su pinigų kiekio pokyčiais (0,958). Taip pat Lietuvoje akivaizdi koreliacija su BVP, nedarbo lygio pokyčiais. Taip pat iš visų Baltijos šalių tik Lietuvoje užfiksuota koreliacija su statybos sąnaudų kainų indeksu. Įdomu tai, kad palūkanų norma nei vienoje šalyje neturėjo ryšio su akcijų kainomis.

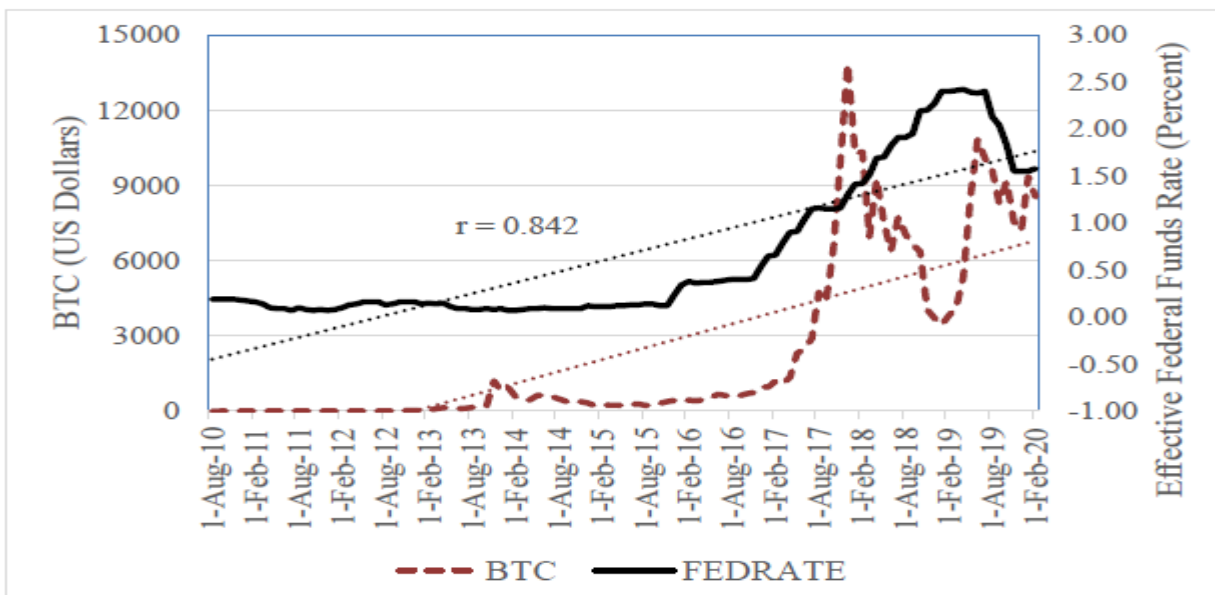
Iš atliktos autorių analizės galima daryti išvadas, kad Baltijos akcijų rinkos tiesiogiai koreliuoja su makroekonominiais rodikliais, labiausiai su BVP, pinigų kiekiu – aukšta koreliacija užfiksuota visose trijose šalyse.

Tęsiant literatūros analizę, galima paminėti Srinivasan'o ir kt. (2022) atliktus ekonometrinis tyrimus kaip BTC kaina reaguoja į makroekonominių rodiklių pokyčius. Tyrimo autoriai naudojo autoregresinius modelius. Autoriai nustatė gana stiprų koreliacinį ryšį tarp bitkoino kainos ir infliacijos lygio.



14 pav. BTC kaina ir infliacijos lygis JAV (Srinivasan ir kt. 2022)

Taip pat atlikta analizė parodė, kad palūkanų normos pokyčiai taip pat turi reikšmingą poveikį bitkoino kainai.



15 pav. BTC kaina ir palūkanų norma JAV (Srinivasan ir kt. 2022)

Jeigu palūkanų normos yra keliamos, tuomet bitkoino kaina kyla, kadangi investuotojai persikirsto savo lėšas, dažnu atveju iš obligacijų į kriptovaliutas, kadangi obligacijos turi atvirkštinę reakciją į palūkanų normas, t.y. jeigu palūkanų normos kyla, yra išleidžiamos naujos obligacijos su patrauklesnėmis palūkanomis, tuo tarpu seniau išleistos obligacijos tampa mažiau patrauklios dėl mažesnių palūkanų.

Tuo tarpu autoriai Kjærland'as, Khazal'as, Krogstad'as, Nordstrom'as, Oust'as (2018) savo tyrime taikė ekonometrinius ARDL bei GARCH modelius, kurie parodė, kad bitkoino kainas veikia „S&P 500“ indekso judėjimas. Jeigu „S&P 500“ indeksas juda teigiama linkme, taip pat reaguoja ir bitkoinas. Autoriai teigia, kad taip yra dėl investuotojų didėjančio optimizmo lygio. Jeigu „S&P 500“ indeksas rodo didėjančią optimizmą rinkoje, investuotojai, siekdami didesnės grąžos, savo investicijas perskirsto ir į BTC valiutą. Investicijos į bitkoiną yra neatsiejamoms nuo spekuliacijos, greitų pinigų principo. Investicijos į šią valiutą dažnu atveju yra atliekamos tikintis didesnės ir greitesnės grąžos, nei kad būtų galimą ją pasiekti investuojant į akcijas. Pagrindinis dėmesys skiriamas kainų svyravimams, o fundamentalioji analizė dažnu atveju būna ignoruojama.

3. Tyrimo metodika

3.1. Tyrimo duomenų imtis ir modeliuojami periodai

Tyrimo metu analizuoti mėnesiniai makroekonominių JAV rodiklių laiko eilučių duomenys tiriamuoju laikotarpiu, nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01. Siekiant įvertinti makroekonominių JAV rodiklių poveikį bitkoino (toliau – BTC) kainos ir „S&P 500“ (USD) svyravimams, analizuoti šie rodikliai:

1. Palūkanų norma (%)
2. Infliacijos lygis (%)
3. Užimtumo lygis šalyje (%)
4. Realusis BVP (Trilij. usd)
5. BVP tenkantis 1 gyv. (1000 USD)
6. Gyventojų skaičius (Asm.)

Šie makroekonominiai rodikliai bus naudojami modeliuojant BTC ir „S&P 500“ kainos svyravimus ir laikomi nepriklausomais modelio kintamaisiais. Modelyje taip pat bus modeliuojamas gyventojų skaičiaus rodiklis, norint įvertinti kaip finansinių instrumentų kainos reaguoja kintant gyventojų skaičiui. Taip pat, kadangi BTC kainos kitime ir kituose makroekonominiuose rodikliuose stebėti rodiklių pikai ir reikšmingi rodiklių sumažėjimai (laiko eilučių struktūriniai lūžiai), modeliuoti BTC kainos pokyčius pasirinkta taikant atskirus laiko periodus:

1. Nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01 ($n = 47$ mėn.)
2. Nuo 2014-01-01 iki 2021-10-01 ($n = 93$ mėn.)
3. Nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01 ($n = 120$ mėn.)

Tai leido tiksliau įvertinti kiekvieną ekonominį ciklą.

Tokiu būdu, išskyrus 3 duomenų imtis, kiekvienam laikotarpiui, tyrime bus sudaromi 3 ekonometriniai modeliai, kurie aprašo BTC kainos kitimą, priklausomai nuo JAV makroekonominių rodiklių kitimo, skirtingais ekonominiais ciklais.

Tyrimo metu naudojamas statistinio reikšmingumo lygmuo $\alpha = 0.05$.

3.2. Laiko eilučių stacionarumas

Stacionarumui tikrinti naudotas praplėstasis Dickey Fuller testas (ADF). Šis testas leidžia patikrinti aukštesnių vėlavimo eilių autoregresijos procesus į modelį įtraukiant ΔY_{t-p} .

Naudojant ADF testą nustatoma, ar laiko eilutė yra suderinta su pirma eile integruotu $I(1)$ procesu su stochastine trendo komponente, ar laiko eilutė yra suderinta su $I(0)$ procesu, kuris yra stacionarus su determinuoto trendo komponente (Holmes, Scheuerell, Ward, 2021).

ADF testas atliekamas modeliui:

$$\Delta Y_t = c + \beta \cdot t + \gamma \cdot Y_{t-1} + \delta_1 \cdot \Delta Y_{t-1} + \dots + \delta_p \cdot \Delta Y_{t-p} + v_t, \text{ kur}$$

c ir β - konstantos, o p vėlavimo eilė.

Nulinė hipotezė teigia, jog procesas nėra stacionarus. Tyrimo tikslas, atmesti nulinę hipotezę, todėl testo klaidos tikimybė p , tokiu atveju, privalo būti $p \leq 0.05$. Kitu atveju, jei $p > 0.05$, laikoma, kad laiko eilutė nėra stacionari.

Jei analizuojami nominalūs rodikliai netenkina stacionarumo prielaidos, rodikliai integruojami pirma eile $I(1)$ t.y. apskaičiuojami rodiklių pokyčiai su ankstesniu periodu arba naudojama logaritmuotmuotos laiko eilutės $I(1)$ transformacija. Dažniausiai ekonometrinuose tyrimuose naudojami rodikliai integruoti pirma eile, dėl jų interpretavimo paprastumo.

3.3. Laiko eilutės struktūrinio lūžio identifikavimas

Tyrimo metu siekiama nustatyti, ar kiekvienai laiko eilutei yra būdingas struktūrinis laiko eilutės lūžis, kiekvienu analizuojamu laiko periodu. Dažniausiai struktūrinis lūžis atsiranda rodikliui pasiekus ekstremalų rodiklio lygį, kai laiko eilutės reikšmės pokytis tarp Y_t ir Y_{t-1} yra pakankamai didelis, kad būtų statistiškai reikšmingas (Pervaiz ir kt., 2006).

Struktūrinių lūžių vertinimui naudotas Zivot-Andrews testas. Testo nulinė hipotezė H_0 teigia, jog laiko eilutei nėra būdingas struktūrinis lūžis ir laiko eilutė yra procesas su vienetine šaknimi ir driftu.

Struktūrinis lūžis tikrinamas į tiesinės regresijos modelį įtraukus dichotominį laikotarpio parametą, kuris įvertina tam tikro periodo poveikį ir vertinamas jo statistinis reikšmingumas. Modelio lygtis užrašoma tokia forma:

$$\Delta Y_t = c + \alpha \cdot Y_{t-1} + \beta \cdot t + \gamma DU_t + \sum_{j=1}^k d_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t,$$

kur:

DU_t – dvireikšmis kintamasis, kuris įvertina vidutinį laiko eilutės pokytį tarp visų imanomų struktūrinių lūžių periodų (TB).

Y_t – analizuojamo rodiklio laiko eilutė

c – modelio poslinkio parametro įvertis

α – modelio krypties parametro įvertis

β – modelio tiesinio trendo parametro įvertis

Laikoma, kad jei Zivot-Andrews testo statistikos reikšmė yra žemesnė nei kritinė testo statistikos reikšmė, tuomet, analizuojamu laiko periodu, stebimas laiko eilutės struktūrinis lūžis.

3.4. Laiko eilutės multikolinearumo tikrinimas

Sudarant regresijos modelį svarbu į modelį įtraukti tik tuos kintamuosius, kurie teikia skirtingą informaciją prognozuojamam rodikliui ir neįtraukti kintamųjų, kurie dubliuoja informaciją arba kitaip tariant, yra per daug multikolinearūs. Šiame tyrime multikolinearumui tikrinti pasirinkta naudoti VIF kriterijų.

Norint apskaičiuoti VIF rodiklį, pirmiausiai reikia apskaičiuoti regresijos modelių determinacijos koeficientus R^2_i . Tada galiausiai yra nustatomas dispersiją spartinantis veiksnys pagal formulę:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R^2_i}$$

Laikoma, kad tarp nepriklausomų kintamųjų yra stiprus multikolinearumas, jei $VIF_i > 10$. Kitu atveju, multikolinearumas yra silpnas ir tyrimui priimtinas (Karpuškienė ir kt., 2017).

3.5. Granger priežastingumo tikrinimas

Tyrimo metu, naudojant Granger priežastingumo testą identifikuojami laiko eilučių tarpusavio priežastiniai ryšiai. Autoriai Karpuškienė ir Lastauskas (n.d.) Granger priežastingumą apibūdina taip: „jeigu X_t yra Y_t priežastis, tuomet, žinodami X_t praeities reikšmes, galima geriau prognozuoti Y_t negu žinant tik Y_t praeities reikšmes. Kitais žodžiais tariant, jei dabarties Y_t matematinė viltis, esant duotoms Y_t praeities reikšmėms, priklauso nuo X_t praeities reikšmių, yra įrodymas, jog X_t veikia Y_t . Atlikus įprastą koeficientų prie X_t testą, ir radus, jog bent vienas iš jų yra nenulinis, galima teigti, kad X_t yra Granger Y_t priežastis – svarbu pabrėžti, jog tai nesako, jog Y_t yra X_t rezultatas.“

Laikoma, kad Granger testas yra statistiškai reikšmingas, kai testo klaidos tikimybė, $p < 0.05$. Iš daroma išvada, kad rodiklis X_t yra rodiklio Y_t Granger priežastis.

3.6. ARDL modelis kainai prognozuoti

Tyrimo metu, norint aprašyti BTC kainos kitimą, pasirinkta naudoti ARDL (Autoregressive distributed lag) modelį, kuris yra geras tuo, jog geba įvertinti ne tik makroekonominių šalies rodiklių dinaminį poveikį BTC kainai, bet ir paties prognozuojamo rodiklio dinaminį poveikį sau, esant skirtingiems vėlavimams. Dažnu atveju tokia modelio forma išsprendžia modelio paklaidų multikolinearumo problemą, nes įvertinami vėlesnės eilės ryšiai tarp rodiklių (Pesaran ir kt., 2001).

ARDL modelio analizinė išraiška:

$$\Delta \log(y_t) = c_0 + \sum_{i=1}^k c_i \cdot t_i + \sum_{i=1}^p b_{y,i} \cdot \Delta \log(y_{t-i}) + \sum_{j=1}^k \sum_{l=0}^{q_j} b_{y,l} \cdot \Delta \log(x_{j,t-l}) + \varepsilon_t$$

c_0 – modelio konstanta

c_i – modelio parametro įvertis prie struktūrinio lūžio parametro

t_i – modelio struktūrinio lūžio dvireikšmis kintamasis (0 - jei struktūrinis lūžis ir 1 - kitu atveju)

$b_1, \dots, b_y$ – modelio parametrų įverčiai prie makroekonominių rodikliu ir BTC kainos;

ε_t – modelio paklaida šalyje laiko periodu t .

$\Delta \log(y_t)$ – logaritmuoti BTC kainos pokyčiai

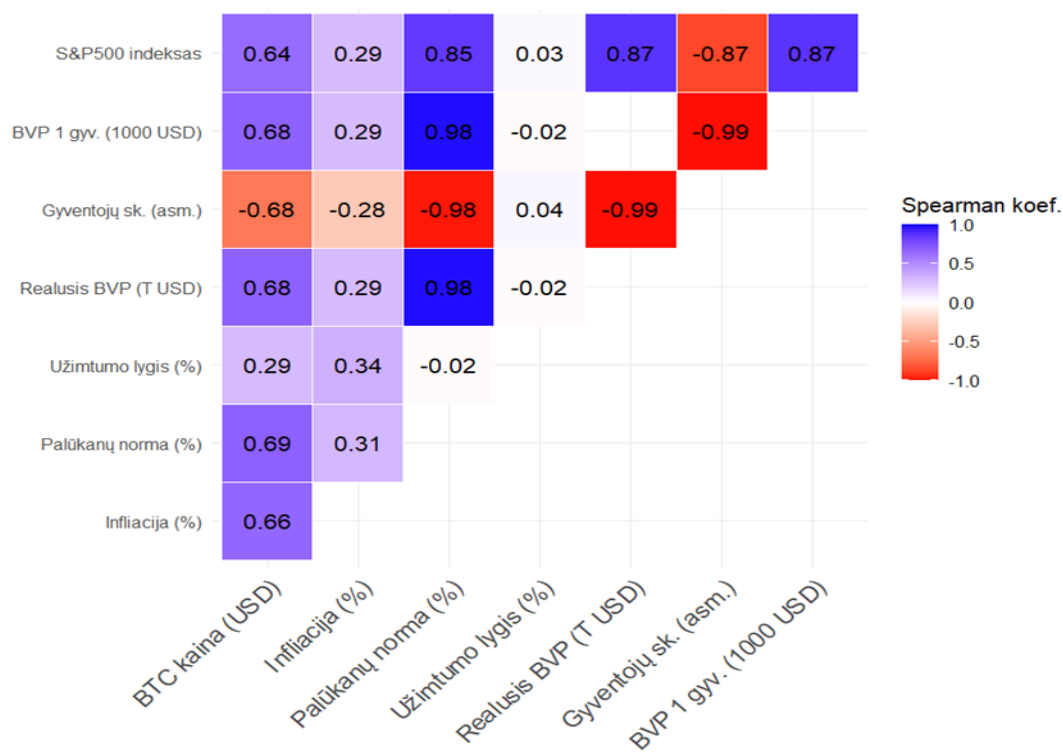
$\Delta \log(x_{j,t})$ – logaritmuoti makroekonominių rodiklių pokyčiai

4. Tyrimo rezultatai

4.1. Koreliacinė tyrime naudotų rodiklių analizė

Koreliacinės analizės testai yra vieni iš labiausiai naudojamų statistinių metodų, norint įvertinti ryšį tarp dviejų ar daugiau pasirinktų rodiklių. Koreliacija išreiškiama koeficientu, kuris gali svyruoti nuo -1 iki 1. Koreliacijos koeficientas lygus vienetui rodys teigiamą ryšį tarp kintamųjų, vadinasi didėjant vienam kintamajam, didėja ir kitas, ir atvirkščiai. Jeigu koreliacijos koeficientas artį 0, vadinasi kintamieji tarpusavyje artimo ryšio neturi. O jeigu reikšmė neigiama, tuomet kintamieji koreliuoja į skirtingas puses, pavyzdžiui vienam kintamajam augant, kitas mažėja (Makowski ir kt., 2020).

Prieš atliekant ekonometrinį tyrimą, visų pirma buvo atlikta Spearman koreliacinė analizė tarp naudotų rodiklių ir buvo apskaičiuoti Spearman koreliacijos koeficientai kiekvienai rodiklio porai. Kadangi tyrime naudojami trys laikotarpiai, todėl buvo atliktos trys koreliacinės analizės atitinkamiems laiko tarpams. Apžvelgta rodiklių sąsajos iki pirmojo BTC kainos piko (nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01), iki antrojo piko (nuo 2014-01-01 iki 2021-10-01), galiausiai koreliacinė analizė atlikta ir visam laikotarpiui (nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01). Analizėje naudojami visi pasirinkti rodikliai, tiek „S&P 500“, tiek BTC, tiek makroekonominiai rodikliai bei gyventojų skaičius.



16 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01

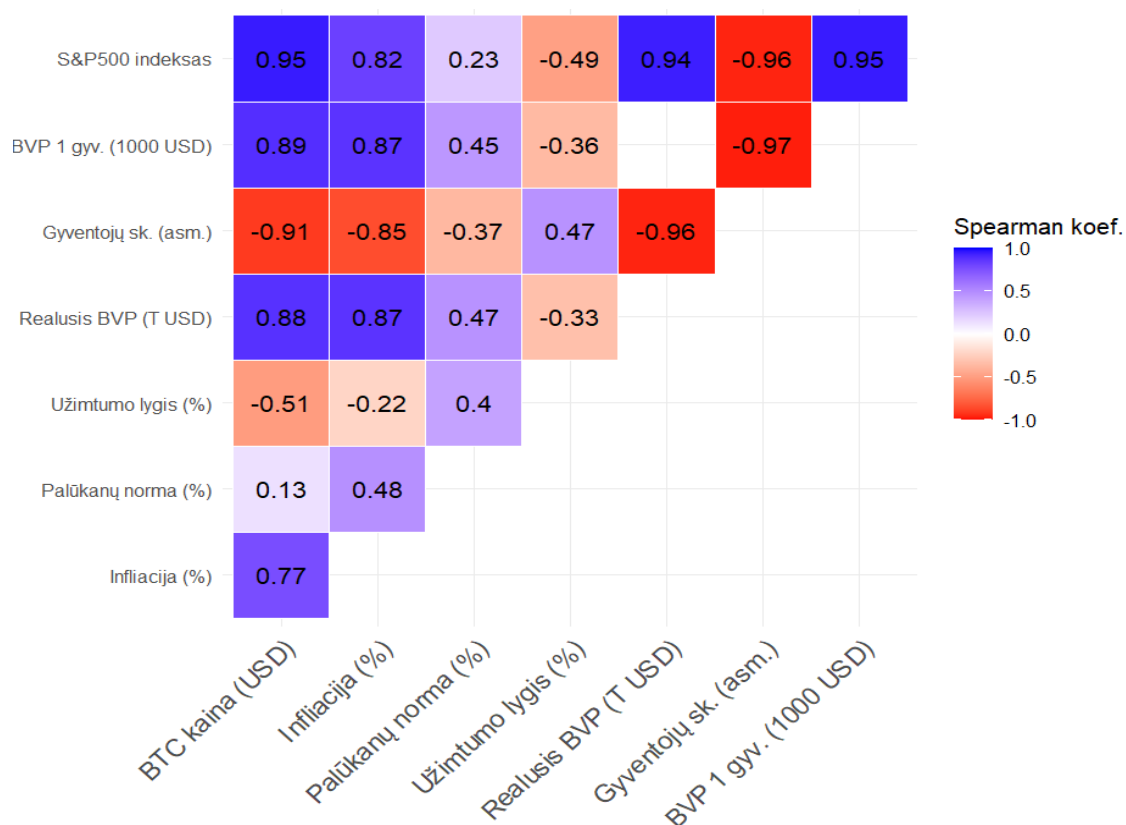
Pirmiausiai apskaičiuotos koreliacijos naudojant pirmąjį laikotarpį. Iš 16 pav. matyti, kad visi analizuoti makroekonominiai rodikliai, išskyrus gyventojų skaičiaus rodiklį ($r = -0.68$), yra susiję teigiamu koreliaciniu ryšiu su BTC kainos rodikliu. „S&P 500“ indeksas yra susijęs vidutinio stiprumo teigiamu koreliaciniu ryšiu su BTC kainos rodikliu ($r = 0.64$). Tai rodo, kad BTC kainos augimas dažniausiai yra susijęs ir su „S&P 500“ indekso augimu ir atvirkščiai – mažėjant BTC kainai, traukiasi ir „S&P 500“ indeksas. Panaši koreliacija stebima ir tarp BTC ir infliacijos, BVP, palūkanų normos. Taip pat galima pastebėti, kad „S&P 500“ indeksas gana stipriai koreliuoja su palūkanų norma ($r = 0.85$), BVP rodikliu ($r = 0.87$). Vadinasi, kylant palūkanų normai ir BVP rodikliui, atitinkamai reaguoja ir „S&P 500“ indeksas.

Tiriant laiko periodą iki 2-ojo BTC kainos piko (2021 m. spalio mėn.), matyti, kad „S&P 500“ indekso koreliacija su BTC kaina yra teigiama ir labai stipri ($r = 0.92$). Galima teigti, kad šiuo laikotarpiu tarp rodiklių buvo stebimas beveik funkcinis ryšys ir BTC kainos pokyčiai atitiko „S&P 500“ indekso pokyčius. Stiprios teigiamos koreliacijos stebėtos ir tarp BVP, realiojo BVP bei BTC kainos. Tai rodo, kad augant JAV ekonomikai BTC kaina taip pat yra aukštesnė. Tuo tarpu, ryšys tarp palūkanų normos, užimtumo lygio ir BTC kainos, šiuo laikotarpiu, yra silpnas. Taip pat, nustatyta, kad gyventojų skaičius JAV yra susijęs neigiama koreliacija su BTC kaina ($r = -0.91$). Galima teigti, kad didėjant gyventojų skaičiui JAV, BTC kaina dažnu atveju mažėja.



17 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2021-10-01

Analizuojant visą laiko periodą, nuo 2014 m. iki 2023 m. matyti, kad „S&P 500“ indekso koreliacija su BTC kaina yra teigiama ir labai stipri ($r = 0.95$) (18 pav.). Galima teigti, visumoje „S&P 500“ juda panašia kryptimi kaip ir BTC kaina. Didėjant „S&P 500“ indeksui, dažniausiai padidėja ir BTC kaina.



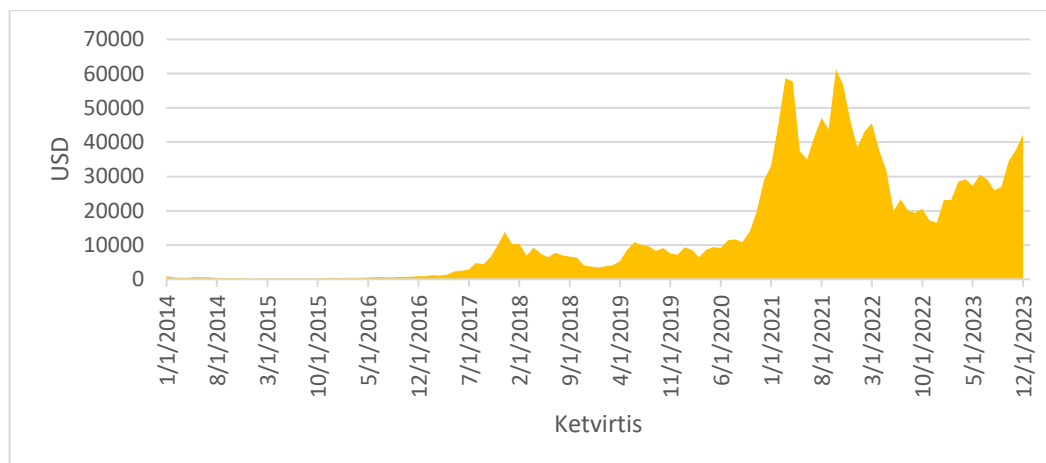
18 pav. Spearman koreliacijos tarp analizuojamų rodiklių tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Vėliau, tyrimo metu analizuota, kokį poveikį JAV makroekonominiai rodikliai turi pasirinktų rodiklių kainos kitimui. Šiame tyrime siekta sudaryti BTC ir „S&P 500“ kainą aprašantį modelį, kuris tenkintų pagrindines prielaidas modelio kintamiesiems bei modelio paklaidoms. Siekta sudaryti modelį, kurio paklaidos nebūtų autokoreliuotos bei jų kitimas būtų homoskedastiškas t.y. modelio paklaidų kitimas būtų pastovus ir nepriklausytų nuo laikotarpio. Taip pat, siekta sudaryti tokį modelį, kurio informacinis Akaikės (AIC) kriterijus turėtų mažiausią reikšmę, o koreguotasis determinacijos koeficientas būtų didžiausias. Taip pat, vienas iš tyrimo tikslų - sudaryti ekonometrinį modelį, kurio parametrai įvertinami būtų statistiškai reikšmingi – tai leis patikimai nusakyti, kokį poveikį makroekonominio rodiklio kitimas turi BTC kainos pokyčiams.

4.2. Bitkoino ir kitų rodiklių laiko eilučių kitimas tiriamuoju laikotarpiu

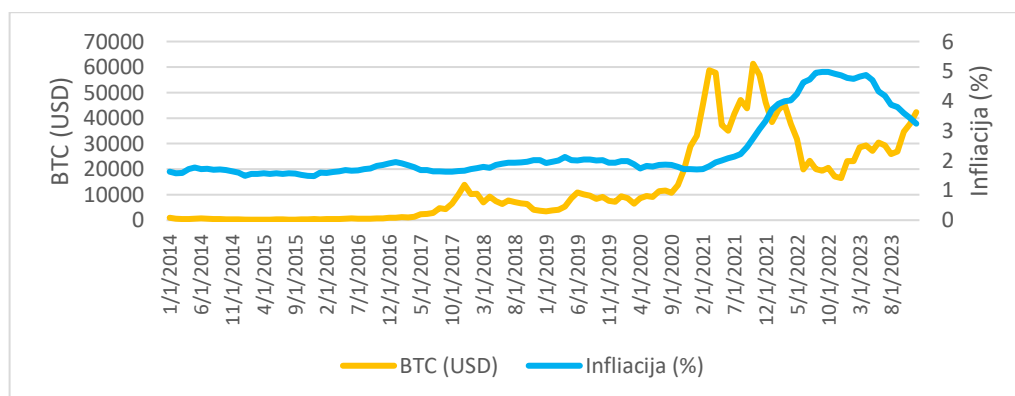
Prieš atliekant ekonometrinį kainos modeliavimą, pirmiausiai apžvelgta, kaip kito analizuojami rodikliai laike. Pirmiausiai apžvelgtas BTC kainos kitimas tiriamuoju laikotarpiu. Iš 19 pav. matyti, kad BTC kaina pagrįdai turi tris stipriai išreikštus kainų pikus – 2017 m., 2021 m. ir 2023 m. Būtent remiantis šia prielaida ir buvo sudaromi trys BTC kainą aprašantys modeliai. Iš 19 pav. matyti, kad nuo 2014 m. sausio iki 2017 m. gruodžio stebėtas pirmasis kainos augimas ir BTC kaina padidėjo nuo 938 USD iki 13850

USD arba ~14 kartų. Šis laikotarpis analizuotas ir kituose tyrimuose, modeliuojant BTC kainą ir makroekonominių rodiklių poveikį (Kjærland ir kt., 2018). Antrasis kainos pikas stebėtas 2021 m. spalį, kuomet BTC kainą siekė 61309 USD ir lyginant su tiriamojo laikotarpio pradžios lygiu (938 USD), kaina padidėjo 64.3 karto. Trečiasis kainos pikas fiksuotas tiriamojo laikotarpio pabaigoje (2023 m. gruodžio mėn.), kuris tęsiasi, tačiau šiame tyrime vėlesnio laikotarpio duomenys nėra analizuojami. Per visą tiriamąjį laikotarpį, nuo analizuojamo laikotarpio pradžios (2014 m. sausio mėn.) iki pabaigos (2023 m. gruodžio mėn.), BTC kaina padidėjo nuo 938 USD iki 42272 USD arba ~44 kartus.



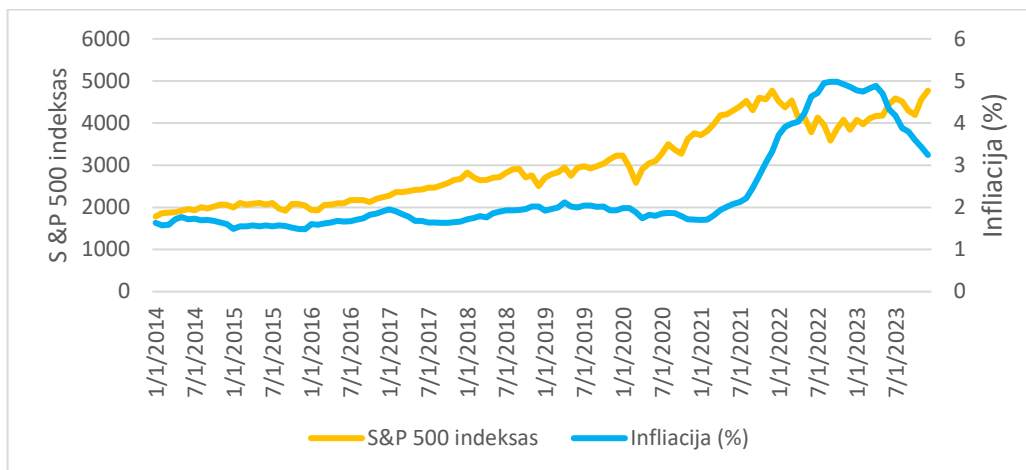
19 pav. BTC kainos kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01 (USD)

Norint detaliau apžvelgti analizuotų makroekonominių rodiklių sąsają su BTC ir „S&P 500“ kainomis, laiko eilutės pavaizduotos dualiuose (dviejų laiko eilučių) grafikuose. Pirmiausiai apžvelgtas JAV infliacijos lygio kitimas ir BTC kainos kitimas. Iš 20 pav. matyti, kad infliacijos lygis nuo tiriamojo laikotarpio pradžios iki 2021 m. buvo artimas ~2%. Tuo tarpu, nuo 2021 m. pabaigos infliacijos lygis pradėjo didėti ir 2022 m. rugsėjo mėn. infliacija JAV pasiekė 4.98 %. Infliacijai JAV pasiekus didžiausią lygį nuo tiriamojo laikotarpio pradžios, 2022 m. lapkričio mėnesį infliacijos lygis šalyje ėmė mažėti. Iš 20 pav. taip pat matyti, kad BTC kainos augimas judėjo ta pačia kryptimi kaip ir infliacija tik trumpą laikotarpį, nuo 2021 m. birželio iki 2021 m. spalio mėn. bei nuo 2021 m. gruodžio iki 2022 m. vasario mėn. Tai rodo, kad infliacija turėjo tiesioginį poveikį BTC kainos kitimui tik tam tikrais laikotarpiais. Dažnu atveju BTC kaina buvo įtakota kitų veiksnių.



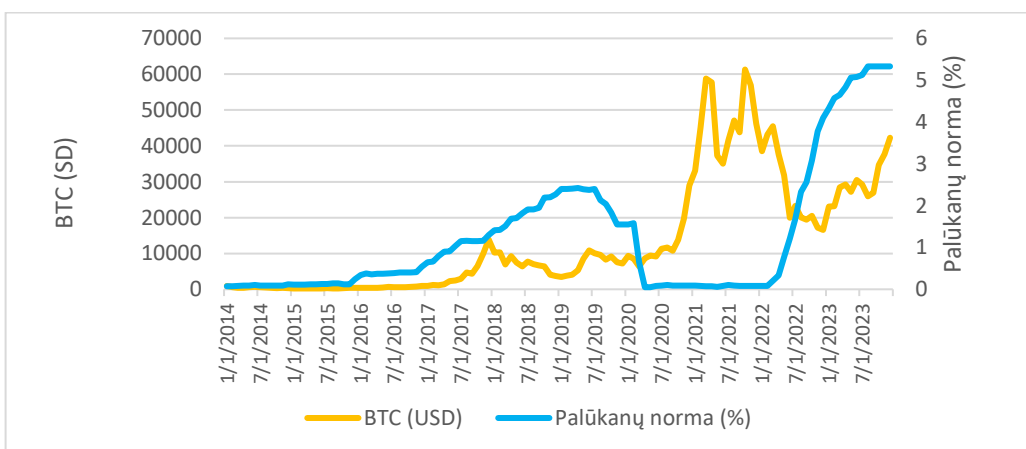
20 pav. BTC kainos (USD) ir infliacijos lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Taip pat 21 pav. galime matyti infliacijos ir „S&P 500“ grafiką. Matome, kad „S&P 500“ indekso kaina juda panašiu lygiu, tik čia stebimi mažesni svyravimai nei BTC kainos grafike.



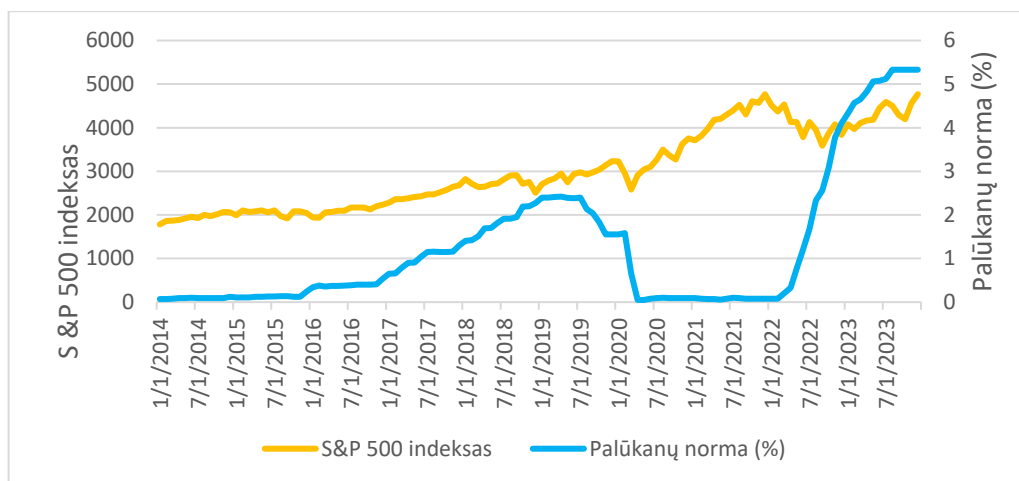
21 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir infliacijos lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Tyrime apžvelgta, kaip kito palūkanų norma, priklausomai nuo BTC kainos kitimo. Iš 22 pav. matyti, kad nuo tiriamojo laikotarpio pradžios (2014 m. sausio mėn.) iki 2017 m. gruodžio mėn. JAV palūkanų normos augimas didėjo tiesiogiai su BTC kainos augimu, toliau sekė BTC kainos mažėjimas, tačiau palūkanų norma šalyje didėjo panašiu tempu. Taip pat matyti, kad nuo 2020 m. balandžio mėn. iki 2022 m. vasario mėn. palūkanų normos lygis buvo artimas 0 %, o BTC kaina, tuo laikotarpiu, buvo pasiekusi aukščiausią istorinį kainos lygį. Analizuojant tolimesnio laikotarpio BTC kainos ir palūkanų normos dinamiką matyti, kad nuo 2022 m. gruodžio mėn. palūkanų normos lygis JAV pradeda didėti kartu su BTC kaina ir ši tendencija stebima iki tiriamojo laikotarpio pabaigos.



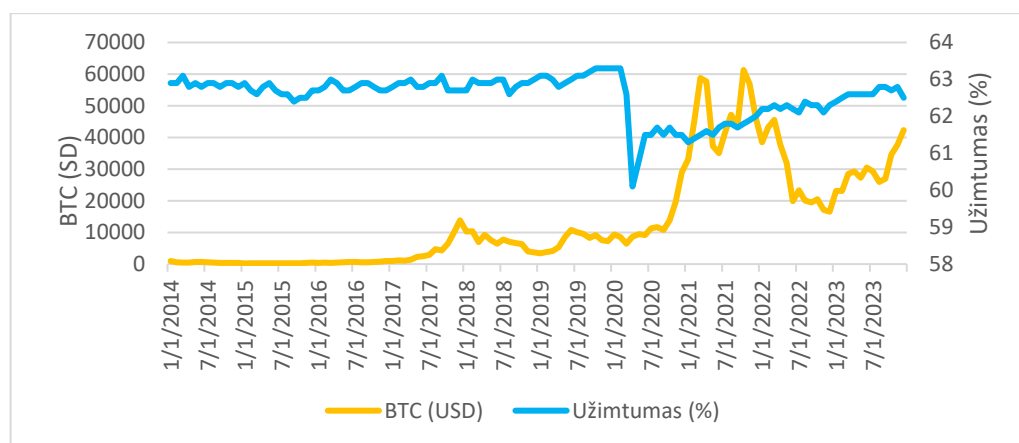
22 pav. BTC kainos (USD) ir palūkanų normos (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Kalbant apie „S&P 500“ indekso ir palūkanų normos kitimą (23 pav.), „S&P 500“ tiriamuoju laikotarpiu stabiliai kilo į viršų, kai tuo tarpu palūkanų normos svyravo.

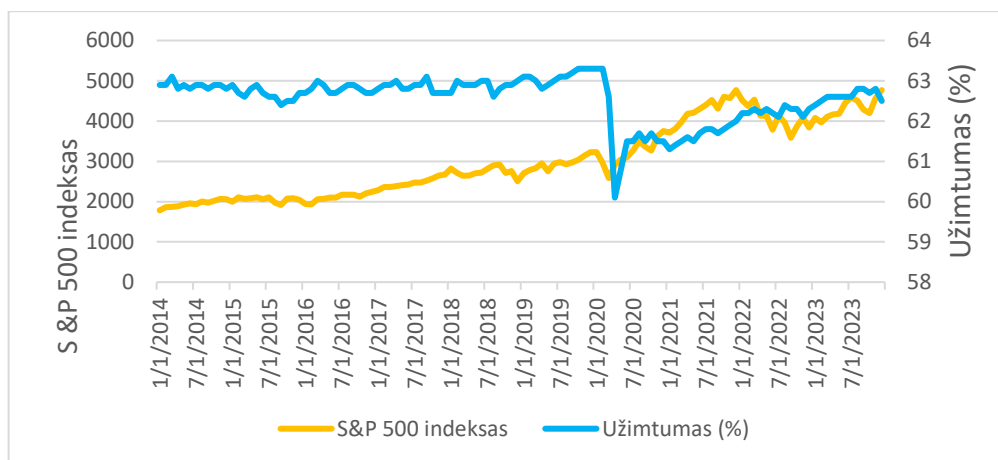


23 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir palūkanų normos (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Analizuojant JAV užimtumo lygio kitimą tiriamuoju laikotarpiu matyti, kad nuo analizuojamojo laikotarpio pradžios (2014 m.) iki 2020 m., užimtų darbingų asmenų skaičius šalyje kito 62-63 % intervale. Tuo tarpu, nuo 2020 m. vasario mėn. užimtų asmenų skaičius šalyje mažėjo reikšmingai. Matyti, kad per du mėnesius nuo 2020 m. vasario mėn. iki balandžio mėn. rodiklis mažėjo 2.9 %, atitinkamai, nuo 63.3 % iki 60.4 %. Tam įtakos turėjo pandemija ir sumažėjęs darbuotojų poreikis šalyje. Tuo tarpu, sugretinus BTC kainos kitimą minėtu laikotarpiu matyti, kad per 2020 m. kovo mėn. kainą, taip pat, mažėjo 24.9 %, lyginant su vasario mėn. kaina (nuo 8543.7 USD iki 6412.5 USD), tačiau per 2020 m. balandžio mėn. BTC kaina padidėjo 34.5 %, lyginant su kovo mėn. kaina (nuo 6412.5 USD iki 8628 USD). Iš 24 pav. matyti, kad nuo 2020 m. balandžio mėn. užimtumo lygis JAV turėjo augimo tendenciją. Tuo tarpu BTC kainos dinamikoje buvo stebimi keli kainos pikai ir kritimai, po kurių sekė kainos augimas.



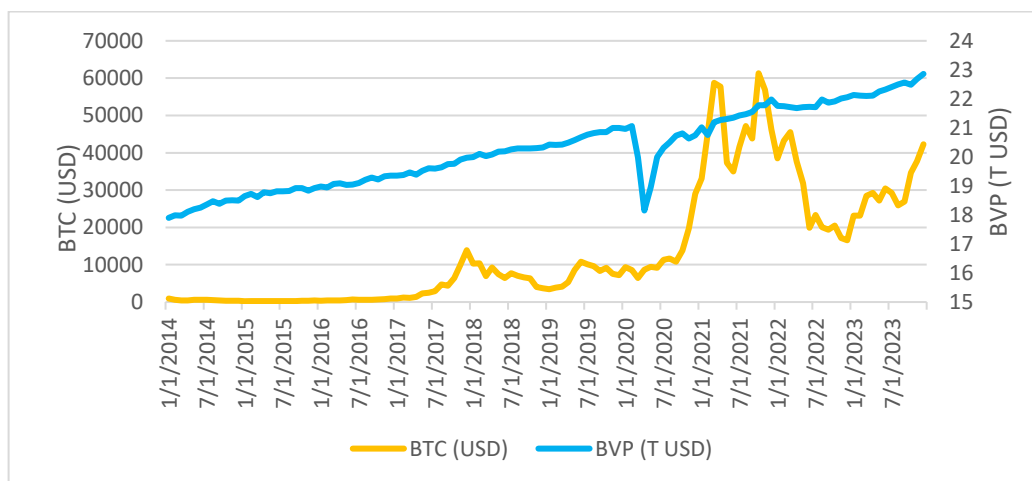
24 pav. BTC kainos (USD) ir užimtumo lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01



25 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir užimtumo lygio (%) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Stebint „S&P 500“ ir užimtumo grafiką (25 pav.), galime pastebėti, jog užimtumo svyravimai „S&P 500“ judėjimo krypties nepakeitė.

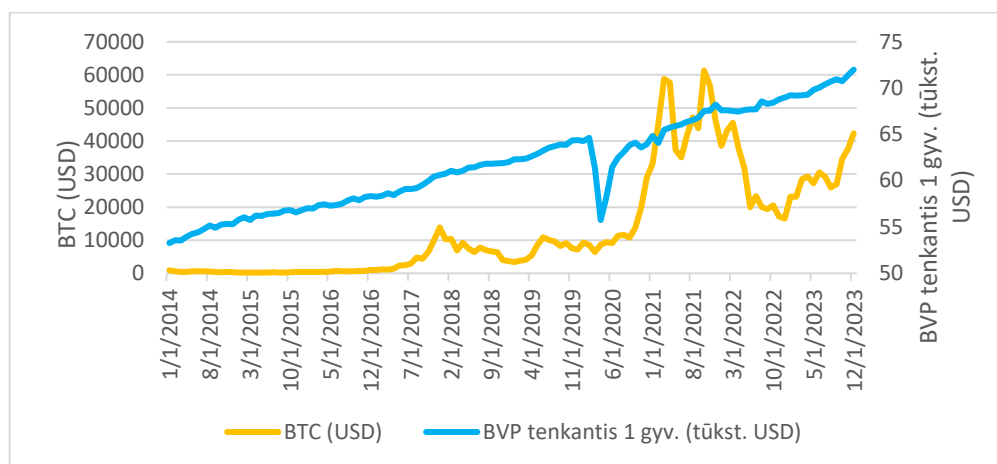
Analizuojant JAV realiojo BVP kitimą laike matyti, kad visą tiriamąjį laikotarpį stebima BVP augimo tendencija, tačiau pandemijos laikotarpiu stebėtas ženklus BVP sumažėjimas. BVP apimtys šalyje 2020 m. vasario mėn. sudarė 21.06 trilijonų USD, o po dviejų mėnesių, 2020 m. balandžio mėn. siekė vos 18.15 trilijonų USD. Tai rodo, kad per du mėnesius JAV realusis BVP traukėsi 14%. Sugretinus realiojo BVP ir BTC kainos dinamiką matyti, kad BTC kainos piko laikotarpiais BVP augimas tiesiogiai susijęs su BTC kainos augimu. Be to, 2021 m. gruodžio mėn. BVP lygiui ėmus mažėti, BTC kaina, taip pat, pradėjo mažėti. Taip pat matyti, kad nuo 2022 m. pabaigos BTC kainos augimas judėjo panašia kryptimi kaip ir BVP apimčių augimas (26 pav.).



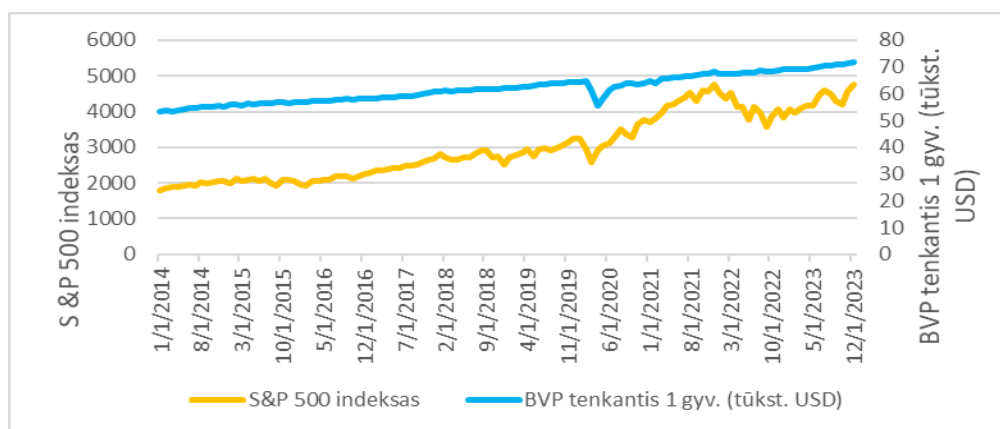
26 pav. BTC kainos (USD) ir nominaliojo BVP (trilijonai USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Tyrime analizuotas ne tik realusis BVP ir jo kitimas laike, bet ir BVP tenkantis 1 šalies gyventojui JAV. Šis rodiklis yra santykinis ir priklauso nuo šalies populiacijos rodiklio. Šie du rodikliai pagal savo ekonominę prasmę yra panašūs, nes rodo ekonominį šalies lygį ir indikuoja ekonomikos augimo lygį. Iš 27 pav. matyti, kad tiriamuoju laikotarpiu, BVP 1 gyv. rodiklis taip pat turi augimo tendenciją, išskyrus

pandeminį laikotarpį, kuomet BVP 1 gyv. per du mėnesius (2020 m. vasaris-balandis) sumažėjo nuo 64.6 tūkst. USD iki 55.74 tūkst. USD.



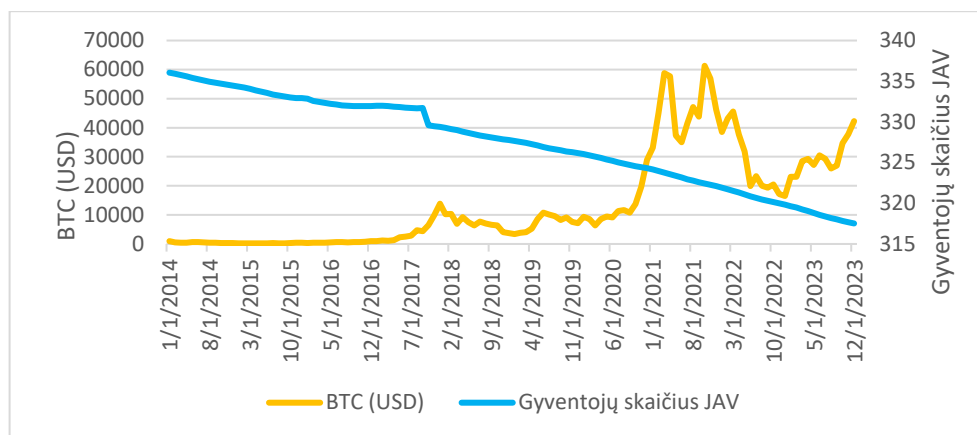
27 pav. BTC kainos (USD) ir BVP 1 gyv. apimčių (tūkst. USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01



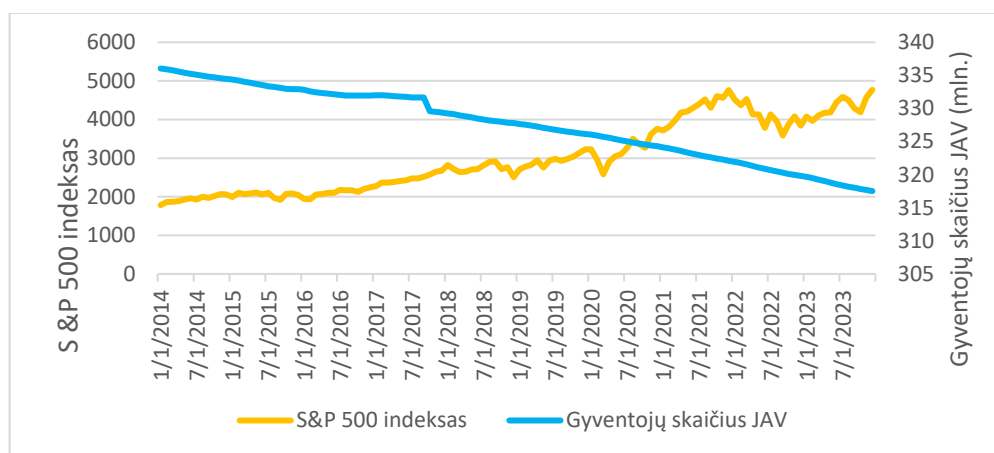
28 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir BVP 1 gyv. apimčių (tūkst. USD) kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Sudarant ekonometrininį modelį šių dviejų rodiklių: realiojo BVP ir BVP tenkančio 1 gyv. įtraukimas į modelį nėra logiškas, nes rodikliai bus per daug multikolinearūs ir suteiks panašią informaciją modeliui, todėl tolimesniame etape bus atliekama multikolinearumo analizė ir paliekami tik tie rodikliai, kurie neprieštarauja statistinių testų rezultatams ir ekonominei logikai.

Tyrimo metu, kaip vieną iš papildomų rodiklių, pasirinkta naudoti JAV populiacijos rodiklį, kuris rodo gyventojų skaičių šalyje. Iš 29 pav. matyti, kad gyventojų skaičius JAV turi mažėjimo tendenciją ir nuo analizuojamo laikotarpio pradžios (2014 m. sausio mėn.) iki analizuojamo laikotarpio pabaigos (2023 m. gruodžio mėn.) sumažėjo 5.84 %, nuo 336.05 mln. iki 317.52 mln. gyventojų. Taip pat, matyti, kad 2017 m. antrąjį ketvirtį gyventojų skaičiaus mažėjimas buvo sustojęs, tačiau 2017 m. rugsėjį-spalį gyventojų šalyje sumažėjo 0.64 %, nuo 331.69 mln. gyventojų iki 329.58 mln. gyventojų.



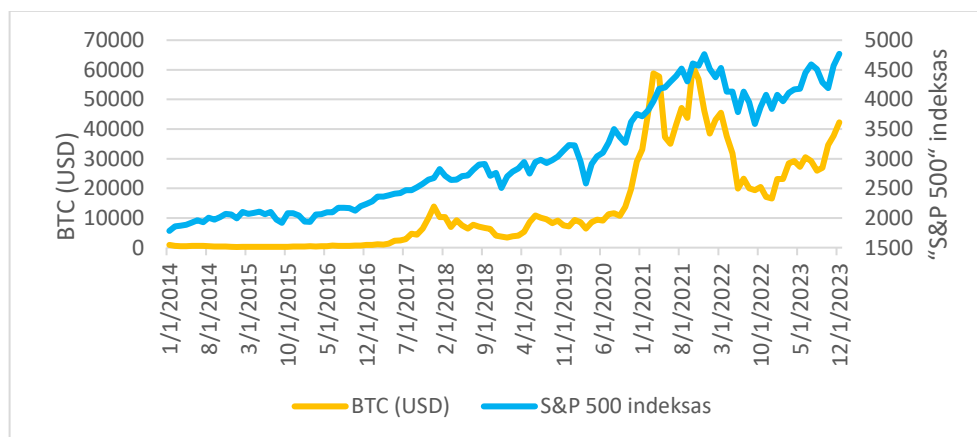
29 pav. BTC kainos (USD) ir gyventojų skaičiaus JAV kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01



30 pav. „S&P 500“ kainos (USD) ir gyventojų skaičiaus JAV kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

30 pav. galime matyti, jog „S&P 500“ ir gyventojų skaičius tiriamuoju laikotarpiu juda priešingomis kryptimis. Akcijų kainos kyla, o gyventojų skaičius mažėja.

Tyrime taip pat apžvelgtas pagrindinio JAV akcijų indekso „S&P 500“ kitimas analizuojamu laikotapiu.



31 pav. BTC kainos (USD) ir „S&P 500“ indekso kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01

Iš 31 pav. matyti, kad indekso kitimas turi panašią dinamiką, kaip ir BTC kaina, tačiau indekso pikai yra mažesni ir indeksas yra stabilesnis. Tai rodo, kad daugumos didžiausių akcijų bendrasis indeksas yra pakankamai glaudžiai susijęs su BTC kaina. Iš esmės tai reiškia, kad sumodeliavus BTC kainą ir nustačius veiksnys, kurie turi poveikį kainos kitimui, galima apytiksliai numatyti, kokią poveikį JAV makroekonominiai rodikliai turi ir „S&P 500“ indeksui.

4.3. Tyrime naudotų rodiklių stacionarumo tikrinimas

Šiame tyrimo etape tikrintas modelio kintamųjų stacionarumas, nes laiko eilučių modeliuose dažniausiai naudojamos stacionarios laiko eilutės, kurių vidurkis artimas 0, o dispersija yra pastovi ir nekintanti nuo laiko. Laiko eilučių stacionarumui tikrinti naudotas ADF kriterijus ir kiekvienai nominaliai laiko eilutei ($I(0)$), pirma eile integruotai laiko eilutei ($I(1)$) ir *log* pirma eile integruotai laiko eilutei ($\log I(1)$), apskaičiuoti ADF testo statistikos bei *p*-reikšmės. Iš 8 lentelės matyti, kad nominalios laiko eilutės netenkina stacionarumo apibrėžimo, nes visos laiko eilutės $p > 0.05$. Tuo tarpu, visos pirma eile integruotos laiko eilutės, išskyrus *Infliacijos* ($p = 0.706 > 0.05$) ir *Užimtumo lygio* ($p = 0.431 > 0.05$), tenkina duomenų stacionarumo prielaidą, nes $p < 0.05$. Kadangi infliacijos ir užimtumo lygio laiko eilutės netenkina stacionarumo prielaidos, atlikta dar viena duomenų transformacija: laiko eilutei pritaikyta logaritminė transformacija ir po to apskaičiuoti šios laiko eilutės pokyčiai, su ankstesniu laiko periodu. Remiantis stacionarumo rezultatais galima teigti, kad tokiu būdu gautos laiko eilutės ($\log I(1)$) tenkina stacionarumo prielaidą, nes ADF testo $p < 0.05$, visoms laiko eilutėms (žr. 8 lentelę). Taip pat stacionarumo tikrinimas atliktas ir „S&P 500“ indeksui, kadangi visų pirma bus modeliuojamas BTC ekonometrinis modelis. Galime pastebėti, jog „S&P 500“ indekssas yra pirmos eilutės integruotas procesas, kuris tenkina stacionarumo prielaidą.

8 lentelė. Laiko eilučių ADF testo rezultatai, esant skirtingoms duomenų transformacijoms

	ADF testo statistika			p-reikšmė		
	I(0)	I(1)	log I(1)	I(0)	I(1)	log I(1)
BTC kaina (USD)	-2.672	-5.422	-4.114	0.297	0.01***	0.01***
Infliacija (%)	-2.984	-1.689	-2.174	0.168	0.706	0.04***
Palūkanų norma (%)	-2.099	-2.351	-3.752	0.536	0.431	0.024**
Užimtumo lygis (%)	-2.224	-5.563	-5.585	0.484	0.01***	0.01***
Realusis BVP (T USD)	-3.381	-6.611	-6.644	0.061	0.01***	0.01***
Gyventojų sk. (asm.)	-1.803	-4.876	-4.877	0.658	0.01***	0.01***
BVP 1 gyv. (1000 USD)	-3.11	-6.591	-6.622	0.115	0.01***	0.01***
„S&P 500“ indeksas	-2.324	-4.38	-5.017	0.442	0.01***	0.01***

I(0) – nominali laiko eilutė;

I(1) – laiko eilutės mėnesinis pokytis;

log I(1) – laiko eilutės log mėnesinis pokytis

***, ** - ADF testas yra statistiškai reikšmingas, kai alfa atitinkamai, 0.01 ir 0.05

Šiame tyrimo etape pavyko transformuoti duomenis taip, kad laiko eilutės taptų stacionarios, todėl jos yra tinkamos naudoti tolimesniame tyrimo etape, modeliuojant BTC kainą, remiantis JAV makroekonominių rodiklių kitimu.

4.4. Rodiklių laiko eilučių struktūrinių lūžių nustatymas

Tolimesniame tyrimo etape siekta nustatyti, laiko periodus, kuomet laiko eilutės būdingas struktūrinis lūžis. Šių ekonominių periodų identifikavimas leidžia pamatyti rodiklių pikus ir ekstremalias reikšmes bei įvertinti jų poveikį BTC kainos kitimui. Tai taip pat leidžia pagerinti sudaromo modelio kokybę, nes modelio parametrai, esantys prie struktūrinių lūžių periodų, aprašo kainos pikus bei nusako kiek vidutiniškai, struktūrinio lūžio laiko momentu, padidėja arba sumažėja kaina.

Remiantis Zivot–Andrews testo rezultatais matyti, kad visiems modelio rodikliams, tiek BTC kainos, tiek kitiems rodikliams nustatytas laiko eilutės struktūrinis lūžis, nes testo statistikos klaidos tikimybės, $p < 0.05$. Nustačius, jog laiko eilutės yra būdingi struktūriniai lūžiai, tolimesniame etape sudaromi dvireikšmiai parametrai, kurie įvertins laiko eilučių ekstremalias reikšmes ir lūžio laiko periodu įgis reikšmę 1, o kitais laiko periodais - 0. BTC kainai sudaromas parametras, įvertinantis 2017-11-01 laikotarpio kainos lygį. Infliacijos rodikliui, sudaromas parametras, įvertinantis 2021-07-01 laikotarpio infliacijos lygį ir t.t. Struktūrinių laiko eilučių lūžių periodai pateikti 9 lentelėje (žr. stulp. *Struktūrinio lūžio laikotarpis*).

9 lentelė. Analizuojamų laiko eilučių Zivot–Andrews testo rezultatai, esant skirtingoms duomenų transformacijoms

Log I(1) laiko eilutės	Struktūrinio lūžio laikotarpis	Kritinė reikšmė (0.01)	Kritinė reikšmė (0.05)	Kritinė reikšmė (0.1)	ZA testo statistika
BTC kaina (USD)	2017-11-01	-5.57	-5.08	-4.82	-10.28***
Infliacija (%)	2021-07-01	-5.57	-5.08	-4.82	-8.94***
Palūkanų norma (%)	2022-01-01	-5.57	-5.08	-4.82	-8.3***
Užimtumo lygis (%)	2020-04-01	-5.57	-5.08	-4.82	-10.96***
Realusis BVP (T USD)	2020-03-01	-5.57	-5.08	-4.82	-9.87***
Gyventojų sk. (asm.)	2017-08-01	-5.57	-5.08	-4.82	-11.87***
BVP 1 gyv. (1000 USD)	2020-03-01	-5.57	-5.08	-4.82	-9.85***
„S&P 500“ indeksas	2021-11-01	-5.57	-5.08	-4.82	-13.21***

*** Zivot–Andrews testas yra statistiškai reikšmingas, kai $\alpha = 0.01$

4.5. Regresijos modelio veiksmų VIF statistikos

Viena iš patikimo modelio prielaidų yra modelio nepriklausomų kintamųjų multikolinearumo nebuvimas. Ankstesniame etape, atlikus grafinę rodiklių analizę, buvo pašalintas realiojo BVP rodiklis, nes jis teikė panašią informaciją, kaip ir BVP tenkančio 1 gyv. rodiklis.

Tolimesniame etape patikrinta, ar makroekonominiai ir kiti pasirinkti rodikliai tenkina multikolinearumo prielaidą. Tam tikslui naudotas VIF testas. Iš 10 lentelės matyti, kad visi modelio kintamieji turi VIF statistikas žemesnes nei 10, todėl nėra pagrindo manyti, kad kažkuris iš analizuojamų makroekonominių rodiklių yra per daug multikolinearus.

10 lentelė. Analizuojamų laiko eilučių VIF testo rezultatai

Rodiklis	VIF statistika
Infliacija (%)	1.08
Palūkanų norma (%)	2.47
Užimtumo lygis (%)	3.94
Gyventojų sk. (asm.)	1.08
BVP 1 gyv. (1000 USD)	3.41
„S&P 500“ indeksas	1.11

Priklausomas kintamasis: BTC kaina (USD)

Realusis BVP (T USD) – pašalinamas, nes yra per daug multikolinearus (paliekamas rodiklis, kuris matuoja BVP tenkantį 1 gyv. USD)

4.6. Bitkoino Granger priežastingumo tyrimo rezultatai

Tolimesniame tyrimo etape siekta nustatyti, ar JAV makroekonominiai rodikliai yra BTC kainos Granger priežastis. Tam tikslui, pritaikytas Granger kriterijus ir kriterijus taikytas rodikliams, esant skirtingiems vėlavimams (iki 4 mėnesių). Tai leido geriau įvertinti sąsajas tarp rodiklių bei nustatyti, ar egzistuoja sąsajos pasireiškiančios po tam tikro laiko. Tyrime „S&P 500“ indeksas yra įtrauktas kaip nepriklausomas kintamasis, siekiant įvertinti ar jis turi įtakos BTC kainos kitimui.

Iš 11 lentelės matyti, kad BVP tenkančio 1 gyv. rodiklis yra BTC kainos Granger priežastis, kuomet BVP yra vėlinamas tiek 1 mėnesiu ($p = 0.014 < 0.05$), tiek 2 mėnesiais ($p = 0.043 < 0.05$). Taip pat matyti, kad „S&P 500“ rodiklis yra BTC kainos Granger priežastis, kuomet „S&P 500“ yra vėlinamas 1 mėnesiu ($p = 0.036 < 0.05$). Tuo tarpu, kiti makroekonominiai rodikliai nėra BTC kainos Granger priežastis, nes Granger testo klaidos tikimybės $p > 0.05$ (žr. 11 lentelę). Iš to seka, kad BVP poveikis BTC kainai ateina pavėluotai, po 1-2 mėn. „S&P 500“ indeksas, taip pat, BTC kainą veikia su 1 mėnesio vėlavimu, todėl „S&P 500“ indekso Granger efektas nėra savalaikis ir pasireiškia tik po 1 mėnesio.

11 lentelė. Granger priežastingumo rezultatai, esant skirtingiems vėlavimams

Vėlavimas	Nepriklausomas kintamasis	F-statistika	p-reikšmė
1	Infliacija (%)	0.458	0.5
	Palūkanų norma (%)	2.184	0.142
	Užimtumo lygis (%)	2.023	0.158
	Gyventojų sk. (asm.)	1.563	0.214
	BVP 1 gyv. (1000 USD)	6.264	0.014**
	„S&P 500“ indeksas	4.491	0.036**
2	Infliacija (%)	0.645	0.527
	Palūkanų norma (%)	1.735	0.181
	Užimtumo lygis (%)	0.933	0.396
	Gyventojų sk. (asm.)	2.862	0.061
	BVP 1 gyv. (1000 USD)	3.226	0.043**
	„S&P 500“ indeksas	2.609	0.078
3	Infliacija (%)	1.113	0.347
	Palūkanų norma (%)	1.572	0.2
	Užimtumo lygis (%)	0.679	0.567
	Gyventojų sk. (asm.)	1.899	0.134
	BVP 1 gyv. (1000 USD)	2.166	0.096
	„S&P 500“ indeksas	2.297	0.082
4	Infliacija (%)	1.19	0.319
	Palūkanų norma (%)	1.297	0.276
	Užimtumo lygis (%)	0.755	0.557
	Gyventojų sk. (asm.)	1.456	0.221
	BVP 1 gyv. (1000 USD)	1.491	0.21
	„S&P 500“ indeksas	2.264	0.067

Priklausomas kintamasis: BTC (USD)

4.7. Bitkoino ARDL regresijos modelių eilės parinkimo rezultatai

Tyrimo metu, norint sudaryti geriausiai duomenims tinkantį modelį, kuris aprašytų BTC kainos pokyčius, remiantis makroekonominėmis JAV rodiklių pokyčiais, svarbu parinkti optimalią modelio eilę. Tikslas nustatyti, kokia kombinacija ARDL vėlavimų lemia didžiausią determinacijos koeficientą (koreg. R²) ir prie kokių vėlavimų AIC kriterijaus reikšmė yra žemiausia.

Remiantis AIC ir determinacijos koeficientų rezultatais pateiktais 12 lentelėje, matyti, kad sudarant ARDL modelį laikotarpiui nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01, geriausiai duomenims tinka modelis, kurio vėlavimo eilė yra (2 0 0 0 0 4 0 0 0) t.y. modelį sudaro BTC kainos rodiklis, kuris vėlinamas iki 2 laiko periodų, BVP rodiklis, kuris vėlinamas iki 4 laiko periodų ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie nėra vėlinami bei du struktūrinių lūžių rodikliai (BTC kainos ir gyventojų skaičiaus). Šio modelio koreguotasis determinacijos koeficientas yra didžiausias ir lygus 0.5. Tai rodo, kad modelis vidutiniškai aprašo 50 % BTC kainos pokyčių sklaidos. AIC kriterijaus reikšmė, lyginant su kitomis modelio alternatyvomis, taip pat, yra žemiausia (AIC = -32.96). Be to, statistiškai reikšmingų modelio parametrų įverčių skaičius yra didžiausias (k = 7).

Sudarant ARDL modelį laikotarpiui nuo 2014-01-01 iki 2021-10-01, geriausiai duomenims tinka modelis, kurio vėlavimo eilė yra (1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0) t.y. modelį sudaro BTC kainos rodiklis, kuris vėlinamas 1 laiko periodu, gyventojų skaičiaus rodiklis, kuris vėlinamas iki 5 laiko periodų ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie nėra vėlinami bei 5 struktūrinių lūžių rodikliai (BTC kainos, BVP, infliacijos, užimtumo ir gyventojų skaičiaus). Šio modelio koreguotasis determinacijos koeficientas yra didžiausias ir lygus 0.23. Tai rodo, kad modelis vidutiniškai aprašo 23 % BTC kainos pokyčių sklaidos. AIC kriterijaus reikšmė, lyginant su kitomis modelio alternatyvomis, taip pat, yra žemiausia (AIC = -27.62). Be to, statistiškai reikšmingų modelio parametru įverčių skaičius yra didžiausias ($k = 3$). Lyginant su 1-ojo modelio rezultatais matyti, kad 2-ojo modelio kokybės statistikos yra žemesnės, nes įtraukiamas ilgesnis modeliuojamas laiko periodas ir įtraukiama daugiau BTC kainų svyravimų, tai atsiliepia modelio patikimumo statistikai.

Trečiasis ARDL modelis aprašo BTC kainos pokyčius visu tiriamuoju laikotarpiu, neribojant duomenų imties t.y. nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01. Nustatyta, kad geriausiai duomenims tinka modelis, kurio vėlavimo eilė yra (1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0). Šio modelio struktūra yra labai panaši į 2-ojo modelio struktūrą, skiriasi tik tuo, kad įtraukiama daugiau struktūrinius lūžius įvertinančių parametru. Analizuojant detaliau, modelį sudaro BTC kainos rodiklis, kuris vėlinamas 1 laiko periodu, gyventojų skaičiaus rodiklis, kuris vėlinamas iki 5 laiko periodų ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie nėra vėlinami bei visų 7 analizuotų makroekonominių rodiklių struktūrinių lūžių rodikliai. Šio modelio koreguotasis determinacijos koeficientas yra vienas didžiausių ir lygus 0.24. Tai rodo, kad modelis vidutiniškai aprašo 24 % BTC kainos pokyčių sklaidos. AIC kriterijaus reikšmė, lyginant su kitomis modelio alternatyvomis yra žemiausia (AIC = -49.28). Be to, statistiškai reikšmingų modelio parametru įverčių skaičius yra didžiausias ($k = 5$) (12 lentelė). Lyginant su 2-ojo modelio rezultatais matyti, kad 3-ojo modelio kokybės statistikos yra panašios. Tai rodo, kad įtraukus daugiau duomenų ir atliekant modeliavimą visam tiriamajam laikotarpiui, tikslumo prasme, gautas panašus rezultatas. Vis tik, lyginant su 1-uoju modeliu, 3-ojo modelio tikslumas yra beveik du kartus prastesnis, tačiau 3-ojo modelio atveju naudojama 2.5 karto daugiau duomenų nei 1-ojo modelio atveju.

12 lentelė. ARDL regresijos modelių eilės parinkimo rezultatai ir modelių suderinamumas su duomenimis

Modelis	Modelio rodiklių vėlavimo eilė	AIC statistika	R2	Koreguotasis R2	Stat. reikšmingų koef. skaičius ($p < 0.05$)
Modelis 1	2 0 0 0 0 4 0 0 0	-32.96	0.67	0.5	7
	1 0 0 0 0 4 0 0 0	-30.03	0.63	0.46	6
	1 0 0 0 0 4 0 0 0	-30.03	0.63	0.46	6
	1 0 0 0 1 4 0 0 0	-29.8	0.65	0.46	5
	1 0 0 0 1 4 0 0 0	-29.8	0.65	0.46	5
	1 0 0 0 0 6 0 0 0	-28.82	0.69	0.5	7
Modelis 2	1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0	-27.62	0.38	0.23	3
	1 0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0	-27.06	0.39	0.23	3
	1 0 1 0 5 0 0 0 0 0 0 0	-26.62	0.39	0.23	3
	1 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0	-26.59	0.4	0.22	3
	1 0 0 0 5 0 1 0 0 0 0 0	-26.34	0.39	0.22	3

Modelis	Modelio rodiklių vėlavimo eilė	AIC statistika	R2	Koreguotasis R2	Stat. reikšmingų koef. skaičius ($p < 0.05$)
Modelis 3	1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-49.28	0.37	0.24	5
	1 0 1 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-49.14	0.38	0.25	5
	1 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-48.6	0.39	0.25	4
	1 0 0 0 5 0 1 0 0 0 0 0 0 0	-48.03	0.38	0.24	5
	1 0 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-47.8	0.37	0.24	5

4.8. Bitkoino ARDL regresijos modelių parametų įverčiai ir įverčių statistinio reikšmingumo rezultatai

Tyrimo metu nustatius optimalią ARDL modelio vėlavimo eilę, remiantis skirtingomis modelių kokybės statistikomis, tolimesnis žingsnis - įvertinti aptartų modelių parametų įverčius bei patikrinti jų statistinį reikšmingumą.

Pirmiausiai analizuotas 1-asis modelis, kuris aprašo BTC kainos pokyčius iki pirmojo BTC kainos piko (2017 m.). Iš 13 lentelės matyti, kad modelis turi 6 statistiškai reikšmingus parametų įverčius ($p < 0.05$) ir modelio konstanta yra statistiškai reikšminga ($p < 0.05$). Galima teigti, kad užimtų darbuotojų skaičius turi atvirkštinį ir statistiškai reikšmingą poveikį BTC kainos augimui ($B = -45.35$, $p < 0.05$). Tai rodo, jog užimtų darbuotojų skaičiui JAV per mėnesį padidėjus 1 %, BTC kainą sumažina 45.35 %, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms.

Tai pat, BVP 1 gyv. rodiklis turi atvirkštinį ir statistiškai reikšmingą poveikį BTC kainos augimui ($B = -18.41$, $p < 0.05$). Tai rodo, jog BVP tenkančio 1 gyv. apimtimis JAV per mėnesį padidėjus 1 %, šalies ekonomikos augimas BTC kainą sumažina 18.41%, fiksuojant kitų regresijos modelio rodiklių reikšmes. Ekonomikos augimas, taip pat turi ir ilgalaikį poveikį BTC kainai, nes nustatyta, jog yra juntamas statistiškai reikšmingas efektas, net ir po 4 mėnesių ($B = -14.89$, $p < 0.05$).¹

Nustatyta, kad „S&P 500“ indeksas turi tiesioginį ir statistiškai reikšmingą poveikį BTC kainos pokyčiams ($B = 3.68$, $p < 0.05$). Galima teigti, kad „S&P 500“ indeksui padidėjus 1 %, BTC kainą padidėja 3.68 %, fiksuojant kitų regresijos modelio rodiklių reikšmes.

Tai pat, nustatyta, kad BTC kainos struktūrinio lūžio (2017-11-01, $p < 0.05$) ir gyventojų skaičiaus struktūrinio lūžio (2017-08-01, $p < 0.05$) parametų įverčiai yra statistiškai reikšmingi. Teigiami koeficientai, prie parametų įverčių rodo, kad minėtais periodais, mėnesiniai rodiklių pokyčiai buvo teigiami.

¹ Pilnas ARDL BTC tyrimo reikšmes galima rasti prieduose (Priedas nr. 1)

13 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 1) parametų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikšmingumas
(konstanta)	0.154 (0.07) **
$\log \Delta BTC_{t-1}$	0.029 (0.13)
$\log \Delta BTC_{t-2}$	0.279 (0.15)
$\log \Delta \text{Infliacija}_t$	-0.222 (0.85)
$\log \Delta \text{Palūkanos}_t$	0.154 (0.2)
$\log \Delta \text{Užimtumas}_t$	-45.354 (13.96) **
$\log \Delta \text{Populiacija}_t$	-4.454 (31.79)
$\log \Delta \text{BVP}_t$	-18.411 (7.54) **
$\log \Delta \text{BVP}_{t-1}$	-13.946 (8.83)
$\log \Delta \text{BVP}_{t-2}$	-12.378 (8.21)
$\log \Delta \text{BVP}_{t-3}$	-8.426 (7.95)
$\log \Delta \text{BVP}_{t-4}$	-14.896 (7.16) **
$\log \Delta \text{SP500}_t$	3.689 (0.91) **
btc_break	0.511 (0.18) **
populiacija_break	0.406 (0.15) **

$L(x, k)$ – parametro įvertis, rodantis kintamojo x įvertį, esant k -ajam vėlavimui

x_break – parametro įvertis, rodantis kintamojo x struktūrinį lūžį

** ir *** - parametro įvertis yra statistškai reikšmingas kai alfa yra atitinkamai lygus 0.05 ir 0.01

Tolimesniame etape analizuotas 2-asis modelis, kuris aprašo BTC kainos pokyčius iki antrojo BTC kainos piko (2021 m.). Iš 14 lentelės matyti, kad modelis turi 3 statistškai reikšmingus parametų įverčius ($p < 0.05$). Nustatyta, kad šiuo laikotarpiu BTC kainos pokyčius statistškai reikšmingai veikia ilgalaikis JAV gyventojų skaičiaus kitimas, pasireiškiantis, po 3 ir po 5 mėn. Taip pat, nustatyta, kad gyventojų skaičiaus struktūrinis lūžis (2017-08-01) turi teigiamą ir statistškai reikšmingą poveikį modeliuojamiems BTC kainos pokyčiams ($p < 0.05$). Galima teigti, kad gyventojų skaičiui JAV po 3 mėnesių padidėjus 1%, BTC kainą šis skaičiaus šuolis vidutiniškai padidina 77.07%, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms. Be to, ilguoju laikotarpiu, šis efektas taip pat stebimas. Gyventojų skaičiui JAV po 5 mėnesių padidėjus 1%, BTC kainą tai vidutiniškai padidina 74.26%, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms.

14 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 2) parametų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
(konstanta)	0.07 (0.06)
$\log \Delta BTC_{t-1}$	0.16 (0.11)
$\log \Delta \text{Infliacija}_t$	-0.787 (0.71)
$\log \Delta \text{Palūkanos}_t$	0.104 (0.18)
$\log \Delta \text{Užimtumas}_t$	-5.671 (10.22)
$\log \Delta \text{Populiacija}_t$	-51.702 (33.3)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-1}$	37.48 (137.83)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-2}$	-27.187 (31.62)

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-3}$	77.073 (31.26) **
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-4}$	-9.675 (32.65)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-5}$	74.267 (31.17) **
$\log \Delta \text{BVP}_t$	-1.373 (3.18)
$\log \Delta \text{SP500}_t$	1.096 (0.6)
btc_break	0.529 (0.86)
bvp_break	-0.249 (0.28)
infliacija_break	0.153 (0.2)
užimtumas_break	0.014 (0.51)
populiacija_break	0.427 (0.19) **

$L(x, k)$ – parametro įvertis, rodantis kintamojo x įvertį, esant k -ajam vėlavimui

x_break – parametro įvertis, rodantis kintamojo x struktūrinį lūžį

** ir *** - parametro įvertis yra statistiškai reikšmingas kai alfa yra atitinkamai lygus 0.05 ir 0.01

Tolimesniame etape analizuotas 3-asis modelis, kuriame naudojami visi istoriniai duomenys (nuo 2014 m. iki 2023 m.). Iš 15 lentelės matyti, kad modelis turi 3 statistiškai reikšmingus parametrų įverčius ($p < 0.05$). Nustatyta, kad makroekonominiai rodikliai analizuotu laikotarpiu didelės įtakos BTC kainos judėjimui neturi, tačiau gyventojų skaičiaus kitimas ir „S&P 500“ indekso kitimas turi tiesioginį ir statistiškai reikšmingą poveikį BTC kainos pokyčiams. Analizuojant detaliau matyti, kad gyventojų augimo poveikis yra labiau ilgalaikis, nes pasireiškia po 3 mėnesių ($B = 75.45$, $p < 0.05$) ir 5 mėnesių ($B = 70.04$, $p < 0.05$). Galima teigti, kad gyventojų skaičiui JAV padidėjus 1%, BTC kaina po 3 mėn. vidutiniškai padidėja 70.45%, o po 5 mėn. vidutiniškai padidėja 70.04%, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms.

Tuo tarpu, „S&P 500“ indekso poveikis BTC kainos pokyčiams, taip pat, yra tiesioginis, tačiau savalaikis (be vėlavimų) ($B = 1.29$, $p < 0.05$). Galima teigti, kad „S&P 500“ indeksui padidėjus 1%, BTC kaina vidutiniškai padidėja 1.29%. Taip pat, nustatyta, kad gyventojų skaičiaus struktūrinis lūžis (2017-08-01) turi teigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį modeliuojamiems BTC kainos pokyčiams ($p < 0.05$).

15 lentelė. ARDL BTC kainos vertinimo modelio (Modelis 3) parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
(konstanta)	0.102 (0.05) **
$\log \Delta \text{BTC}_{t-1}$	0.105 (0.09)
$\log \Delta \text{Infliacija}_t$	-0.585 (0.5)
$\log \Delta \text{Palūkanos}_t$	-0.064 (0.1)
$\log \Delta \text{Užimtumas}_t$	-0.574 (8.5)
$\log \Delta \text{Populiacija}_t$	-50.817 (30.75)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-1}$	102.394 (102.39)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-2}$	-32.76 (30.05)
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-3}$	75.454 (29.61) **
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-4}$	-5.222 (30.62)

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
$\log \Delta \text{Populiacija}_{t-5}$	70.048 (29.5) **
$\log \Delta \text{BVP}_t$	-2.017 (2.79)
$\log \Delta \text{SP500}_t$	1.298 (0.43) **
btc_break	0.932 (0.65)
bvp_break	-0.348 (0.24)
infliacija_break	0.178 (0.18)
palūkanų_norma_break	-0.058 (0.2)
užimtumas_break	-0.295 (0.41)
populiacija_break	0.417 (0.18) **
sp500_break	-0.037 (0.19)

$L(x, k)$ – parametro įvertis, rodantis kintamojo x įvertį, esant k -ajam vėlavimui

x_break – parametro įvertis, rodantis kintamojo x struktūrinį lūžį

** ir *** - parametro įvertis yra statistiškai reikšmingas kai alfa yra atitinkamai lygus 0.05 ir 0.01

4.9. ARDL regresijos modelių tinkamumo duomenims rezultatai

Norint detaliau palyginti sudarytus modelius, apskaičiuotos pagrindinės modelių charakteristikos, kurios parodo modelių tinkamumą duomenims, įvertina modelių paklaidų adekvatumą ir įvertina modelių tikslumą. Šiame etape apskaičiuoti determinacijos koeficientai, informaciniai kriterijai, atlikti modelių paklaidų testai.

Iš 16 lentelės matyti, kad tiksliausias modelis yra Modelis 1, kuris aprašo BTC kainos pokyčius iki pirmojo kainos piko (2017 m.), nes šio modelio koreguotasis determinacijos koeficientas yra didžiausias ($R^2 = 0.5$). Vertinant modelius pagal AIC kriterijų matyti, kad mažiausią reikšmę turi 3-asis modelis ($AIC = -49.28$). Analizuojant modelio kintamųjų tinkamumą BTC kainos prognozavimui, pritaikytas Ramsey RESET kriterijus. Vienas iš svarbiausių diagnostinių modelio testų yra modelio paklaidų prielaidų tenkinimas. Pastarojo rezultatai rodo, kad visiems trimis modeliams, $p > 0.05$, todėl modelių funkcinė forma parinkta tinkama.

Tikrinant modelio paklaidų autokoreliacijos prielaidą, apskaičiuotos Durbin-Watson testo statistikos ir klaidos tikimybės. Nustatyta, kad visų modelių $p > 0.05$. Galima teigti, kad visiems modeliams nėra būdinga paklaidų autokoreliacija. Taip pat, pritaikytas papildomas Ljung Box testas, kuris tikrina modelio paklaidų autokoreliaciją, vertinant sąsajas tarp modelio paklaidų, esant skirtingiems vėlavimams. Nustatyta, kad šiuo atveju, taip pat, visiems modeliams $p > 0.05$ ir paklaidos nėra autokoreliuotos.

Tyrimo metu įvertintas modelio paklaidų stacionarumas. Tikrinta, ar modelio paklaidų sklaida yra atsitiktinė ir nepriklauso nuo laikotarpio bei BTC kainos lygio. ADF testo rezultatai rodo, jog visiems modeliams $p < 0.05$. Tai rodo, kad modelių paklaidos tenkina stacionarumo apibrėžimą.

16 lentelė. ARDL modelių paklaidų ir tinkamumo duomenims vertinimo rezultatai

	Modelis 1	Modelis 2	Modelis 3
Modeliuojamas laikotarpis	2014-01-01 iki 2017-12-01	2014-01-01 iki 2021-10-01	2014-01-01 iki 2023-12-01
Mėnesių skaičius	47	93	120
R2	0.67	0.38	0.37
Koreguotasis R2	0.5	0.23	0.24
AIC	-32.96	-27.62	-49.28
Ramsey RESET, p-reikšmė	0.763**	0.554**	0.998**
Durbin Watson, p-reikšmė	0.643**	0.337**	0.166**
Ljung Box, p-reikšmė	0.621**	0.787**	0.422**
ADF testo paklaidoms p-reikšmė	0.01**	0.01**	0.01**

4.10. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelių parametru įverčiai ir įverčių statistinio reikšmingumo rezultatai

Tolimesniame tyrimo etape siekta sudaryti „S&P 500“ indeksą aprašantį modelį, remiantis JAV makroekonominiais rodikliais. Kadangi „S&P 500“ indeksas stipriai koreliuoja su BTC kaina, pasirinkta analizuoti modelį, kuris apima visą tiriamąjį laikotarpį t.y. nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01.

Nustatyta, kad geriausiai duomenims tinka modelis, kurio vėlavimo eilė yra (2 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0). Analizuojant detaliau, modelį sudaro infliacijos rodiklis, kuris vėlinamas iki 2 laiko periodų, užimtumo lygio rodiklis, kuris vėlinamas 1 laiko periodu ir „S&P 500“ indeksas, kuris vėlinamas 2 laiko periodais ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie nėra vėlinami bei visų 7 analizuotų rodiklių struktūrinių lūžių rodikliai. Šio modelio koreguotasis determinacijos koeficientas yra lygus 0.28. Tai rodo, kad modelis vidutiniškai aprašo 28% „S&P 500“ indekso pokyčių sklaidos. AIC kriterijaus reikšmė, lyginant su kitomis modelio alternatyvomis yra žemiausia (AIC = -418.87). Statistiškai reikšmingų modelio parametru įverčių skaičius yra lygus 7 (17 lentelė).

17 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio eilės parinkimo rezultatai ir modelių suderinamumas su duomenimis

Modelio rodiklių vėlavimo eilė	AIC statistika	R2	Koreguotasis R2	Stat. reikšmingų koef. skaičius (p < 0.05)
2 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0	-418.87	0.39	0.28	7
2 0 1 0 0 2 1 0 0 0 0 0 0	-418.87	0.39	0.28	7
1 0 1 0 0 2 2 0 0 0 0 0 0	-418.87	0.39	0.28	7
1 0 1 0 0 2 2 0 0 0 0 0 0	-418.87	0.39	0.28	7
2 1 1 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0	-417.6	0.39	0.28	7
1 1 1 0 0 2 2 0 0 0 0 0 0	-417.6	0.39	0.28	7

*statistikos reikšmės suapvalintos iki dviejų skaičių po kablelio.

Apskaičiavus „S&P 500“ indekso ARDL regresijos pagrindines modelio patikimumo statistikas matyti, kad visos modelio prielaidos paklaidoms yra tenkinamos: modelio paklaidos nėra autokoreliuotos, paklaidų sklaida yra pastovi ir modelio funkcinė forma parinkta tinkamai (žr. 18 lentelę).

18 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio kokybės statistikos

Modelio statistika	Reikšmė
Ramsey RESET, p-reikšmė	0.771**
Durbin Watson, p-reikšmė	0.7**
Ljung Box, p-reikšmė	0.532**
ADF testo paklaidoms p-reikšmė	0.01**

Tolimesniame etape analizuoti modelio parametrų įverčiai ir siekta nustatyti, kokią poveikį makroekonominiai JAV rodikliai turi „S&P 500“ indekso dinamikai. Iš 19 lentelės matyti, kad modelis turi 7 statistiškai reikšmingus parametrų įverčius ($p < 0.05$). Nustatyta, kad BVP turi tiesioginį ir statistiškai reikšmingą poveikį „S&P 500“ indekso pokyčiams tiek esamu laikotarpiu ($B = 1.42$, $p < 0.05$), tiek po vieno ($B = 1.44$, $p < 0.05$), tiek ir po dviejų mėnesių ($B = 0.73$, $p < 0.05$). Galima teigti, kad BVP rodikliui JAV padidėjus 1 %, „S&P 500“ indekso kaina esamu laikotarpiu padidėja 1.42%, o po 1-o ir 2-jų mėnesių indeksas padidėja, atitinkamai, 1.44 % ir 0.73 %, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms.

Analizuojant rodiklius, kurie turi neigiamą poveikį „S&P 500“ indekso pokyčiams matyti, kad „S&P 500“ indekso pokyčiai po 1-o ($B = -0.37$, $p < 0.05$) ir 2-jų mėnesių ($B = -0.28$, $p < 0.05$) turi neigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį esamai kainai. Tai reiškia, kad jei indekso reikšmė prieš mėnesį didėjo 1%, einamuoju laikotarpiu indekso reikšmė sumažės vidutiniškai 0.37 %. Taip pat, jei indekso reikšmė prieš du mėnesius didėjo 1%, einamuoju laikotarpiu indekso reikšmė sumažės vidutiniškai 0.28 %, esant fiksuotoms kitų makroekonominių rodiklių reikšmėms.

Palūkanų lygio augimas šalyje, taip pat, turi neigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį „S&P 500“ indekso pokyčiams, tačiau šis poveikis juntamas po 1 mėnesio vėlavimo ($B = -0.07$, $p < 0.05$). Tai reiškia, kad jei palūkanų lygis šalyje prieš mėnesį padidėjo 1%, einamuoju laikotarpiu indekso reikšmė sumažės vidutiniškai 0.07%. Taip pat, nustatyta, kad BVP struktūrinis lūžis (2020-03-01) turi neigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį modeliuojamiems „S&P 500“ indekso pokyčiams ($p < 0.05$)² (žr. 19 lentelę).

19 lentelė. „S&P 500“ indekso ARDL regresijos modelio parametrų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
(konstanta)	0.008 (0.01)
$\log \Delta SP500_{t-1}$	-0.377 (0.1) **
$\log \Delta SP500_{t-2}$	-0.288 (0.1) **
$\log \Delta Infliacija_t$	-0.066 (0.1)
$\log \Delta Palūkanos_t$	0.001 (0.02)
$\log \Delta Palūkanos_{t-1}$	-0.077 (0.02) **
$\log \Delta Užimtumas_t$	-1.424 (1.75)
$\log \Delta Populiacija_t$	2.197 (6.35)
$\log \Delta BVP_t$	1.429 (0.66) **
$\log \Delta BVP_{t-1}$	1.445 (0.45) **

² Pilnas ARDL „S&P 500“ tyrimo reikšmės galima rasti prieduose (Priedas nr. 2)

Kintamasis	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.
$\log \Delta BVP_{t-2}$	0.731 (0.35) **
btc_break	0.009 (0.04)
bvp_break	-0.124 (0.06) **
infliacija_break	0.04 (0.04)
palūkanų norma break	-0.036 (0.04)
užimtumas_break	0.115 (0.1)
populiacija_break	0.003 (0.04)
sp500_break	-0.015 (0.04)

Lentelėje žemiau (20 lentelė) yra įvardyti „S&P 500“ ARDL modelių patikimumo rezultatai.

20 lentelė. „S&P 500“ ARDL modelių paklaidų ir tinkamumo duomenims vertinimo rezultatai

	„S&P 500“ modelis
Modeliuojamas laikotarpis	2014-01-01 iki 2023-12-01
Mėnesių skaičius	120
R ²	0.39
Koreguotasis R ²	0.28
AIC	-418.87
Ramsey RESET, p-reikšmė	0.771 **
Durbin Watson, p-reikšmė	0.7 **
Ljung Box, p-reikšmė	0.532 **
ADF testo paklaidoms p-reikšmė	0.01 **

4.11. „S&P 500“ ir BTC gautų modelių rezultatų palyginimas

Šiame poskyryje bus apžvelgti ir palyginti gauti rezultatai. Remiantis ARDL regresiniais modeliais, buvo atliktas tyrimas apie tai, kokie makroekonominiai rodikliai labiausiai veikia BTC ir „S&P 500“ indekso kainas. Analizė atskleidžia kainų reakciją į makroekonominius pokyčius JAV.

BTC kainos svyravimams buvo sukurti trys modeliai, pirmasis apima 47 mėnesius, antrasis 93, o trečiasis visą tirtą laikotarpį, t.y. 120 mėnesių. „S&P 500“ indekso atveju buvo tirtas visas laikotarpis t.y. nuo 2014-01-01 iki 2023-12-01, kas sudaro 120 mėnesių.

Buvo nustatytos patikimiausios modelių rodiklių vėlavimo eilės, atrinkti modeliai su didžiausias determinacijos koeficientais, taip pat atsižvelgta ir į Akaikės kriterijų bei ADF testo paklaidų p reikšmes.

Ši išsami analizė padės įsigilinti ne tik į koreliaciją tarp makroekonominių rodiklių pokyčių įtakos BTC ir „S&P 500“ indeksui, tačiau gali padėti investuotojams priimti sprendimus, kurie padės jų strategijos formavimui. Toliau tekste kiekvienas modelis bus apžvelgiamas detaliau.

21 lentelė. BTC ir S&P 500 modelių reikšmių palyginimas

	BTC			„S&P 500“
	Modelis 1	Modelis 2	Modelis 3	Modelis 1
Tiriamąjį laikotarpį mėnesių skaičius	47	93	120	120
Modelio rodiklių vėlavimo eilė	2 0 0 0 4 0 0 0	1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0	2 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0
Determinacijos koeficientas	0.67	0.38	0.37	0.39
Koreguotasis determinacijos koeficientas	0.5	0.23	0.24	0.28
AIC kriterijus	-32.96	-27.62	-49.28	-418.87
ADF testo paklaidoms p reikšmė	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**

21-oje lentelėje yra įvardyti visi esminiai sudarytų modelių parametrai. Pirmajame BTC modelyje tirtas laikotarpis buvo nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01. Iš viso analizuoti 47 mėnesių duomenys. Gauta modelio rodiklių vėlavimo eilė yra 2 0 0 0 4 0 0 0. Jį sudaro BTC kaina, kuri yra vėlinama dvejais periodais, BVP rodiklis, kuris vėlinamas 4 periodais ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie į modelį įtraukti be vėlinimų bei BTC kainos ir gyventojų skaičiaus struktūrinių lūžių rodikliai. Modelis yra patikimas, jo koreguotasis determinacijos koeficientas siekia 0.5.

Tuo tarpu antrajame BTC modelyje buvo analizuotas 93 mėnesių laikotarpis, į modelį įtrauktas BTC kainos rodiklis, kuris vėlinamas vienu periodu, populiacijos rodiklis, kuris vėlinamas iki 5 laiko periodų ir kiti makroekonominiai rodikliai, kurie į modelį įtraukti be vėlinimų. Taip pat penki struktūrinių lūžių rodikliai (BTC, BVP, infliacija, užimtumas ir gyventojų skaičius).

Trečiojo BTC modelio struktūra panaši į antrojo. Analizuotas pilnas laikotarpis (120 mėn.). Į modelį įtrauktas BTC rodiklis, kuris vėlinamas vienu laiko periodu, gyventojų skaičiaus rodiklis, kuris vėlinamas penkiais laiko periodais, kiti makroekonominiai rodikliai be vėlinimų bei visų septynių analizuotų rodiklių struktūriniai lūžiai.

Antrojo ir trečiojo BTC modelių determinacijos koeficientai yra panašūs – 0.38 ir 0.37. Pirmasis modelis statistiškai yra patikimiausias, tačiau jame yra naudojama mažiausiai duomenų.

Kalbant apie „S&P 500“ modelį, jame buvo analizuotas pilnas laikotarpis, t.y. imtis 120 mėnesių, į modelį įtrauktas infliacijos rodiklis, kuris vėlinamas iki dviejų laiko periodų, užimtumo rodiklis, kuris vėlinamas vienu periodu ir pats S&P 500 indeksas, kuris vėlinamas dvejais periodais. Taip pat visi kiti į tyrimą įtraukti makroekonominiai rodikliai, kurie modelyje nėra vėlinami, ir, visų septynių analizuotų rodiklių struktūriniai lūžiai.

Pirmajame BTC modelyje nustatyta, jog BTC kainai reikšmingą poveikį daro 6 tyrime naudoti rodikliai. Visų pirma, užimtumo rodiklis turi atvirkštinę koreliaciją su BTC kaina. Modelis parodė, jog jeigu užimtumo rodiklis JAV didėja 1% per mėnesį, tuomet BTC kaina mažėja net 45.35%. BVP 1 gyv. Rodiklis taip pat turi atvirkštinį poveikį BTC kainai pirmo modelio atveju. Jeigu BVP 1 gyventojui rodiklis per mėnesį paauga vienu procentu, tuomet BTC kaina sumažėja 18.41 procentu. Modelis parodė, kad BVP pokyčiai veikia BTC kainą net ir po keturių mėnesių. Taip pat modelis įvertino, jog „S&P 500“ pokyčiai turi reikšmės BTC kainos judėjimui. Jeigu akcijų indeksas didėja 1 procentu, tuomet BTC kaina padidėja 3.68 procentais.

Antrojo BTC modelio rezultatai parodo, kad didelės įtakos BTC kainos judėjimui makroekonominiai rodikliai nedarė, tačiau pastebimas įdomus ryšys tarp gyventojų skaičiaus didėjimo ir BTC kainos augimo. Jeigu gyventojų skaičiaus rodiklis padidėja vienu procentu per mėnesį, tuomet po trijų mėnesių BTC kaina išauga net 77.07%, o po 5 mėnesių 74.26%.

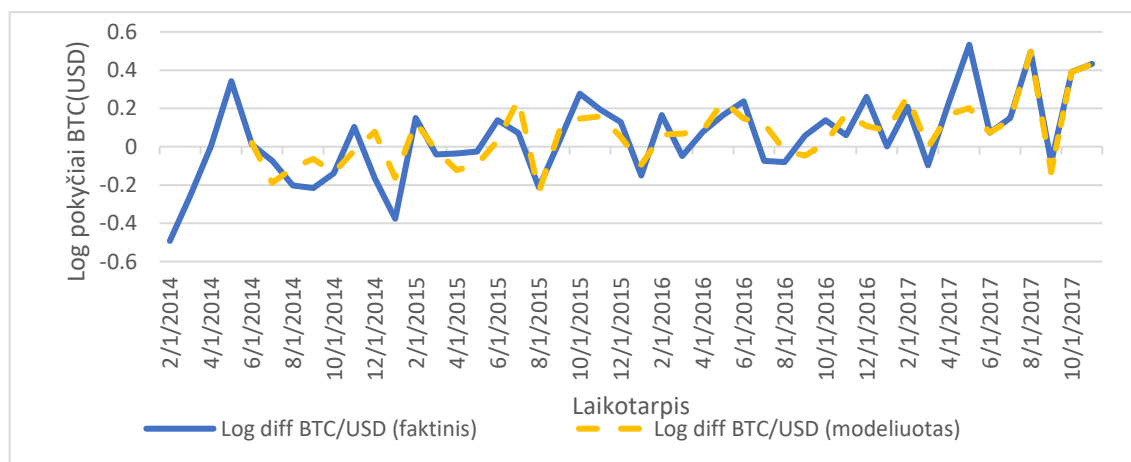
Kalbant apie trečiąjį modelį, kuriame analizuotas visas laikotarpis, rezultatai parodė, jog jis yra panašus kaip ir antrasis modelis. Didelės įtakos makroekonominiai rodikliai BTC kainos judėjimui nedarė, tačiau nustatytas ryšys tarp „S&P 500“ ir BTC kainos. Jeigu akcijų indeksas auga 1%, tuomet BTC kaina didėja 1.29%.

Tuo tarpu „S&P 500“ modelyje nustatyta, kad BVP turi tiesioginį poveikį akcijų indekso pokyčiams. Jeigu BVP rodiklis JAV didėja vienu procentu, kainos šuolis „S&P 500“ indekse juntamas tris mėnesius. „S&P 500“ kaina iš karto reaguoja į BVP pokyčius ir tą patį mėnesį auga 1.42%, praėjus mėnesiui auga 1.44%, o praėjus dviem mėnesiams akcijų indekso kaina didėja 0.73 procentu. Palūkanų augimas JAV taip pat veikia „S&P 500“ indekso kainas. Šis poveikis pasireiškia po vieno mėnesio vėlavimo, t.y. jeigu šalyje palūkanų normos didėjo vienu procentu, tuomet sekantį mėnesį akcijų indeksas mažėja 0.07 procento. Taip pat nustatyta, kad per visą analizuotą laikotarpį pačiam „S&P 500“ indeksui per mėnesį augant vienu procentu, fiksuojama, kad tokiu atveju sekantį mėnesį akcijų indeksas traukiasi 0.37 procento, o po dviejų mėnesių 0.28 procento.

4.12. Bitkoino kainos prognozavimas

Apibendrinant galima teigti, kad pavyko sudaryti patikimus ir pakankamai tikslus BTC ir „S&P 500“ kainos pokyčius aprašančius modelius, kurių funkcinė forma yra tinkama, modelio paklaidos nėra autokoreliuotos bei stacionarios. Taip pat, pavyko sudaryti parinkti tokią modelių vėlavimo eilę, kad dalis modelio kintamųjų būtų statistiškai reikšmingi.

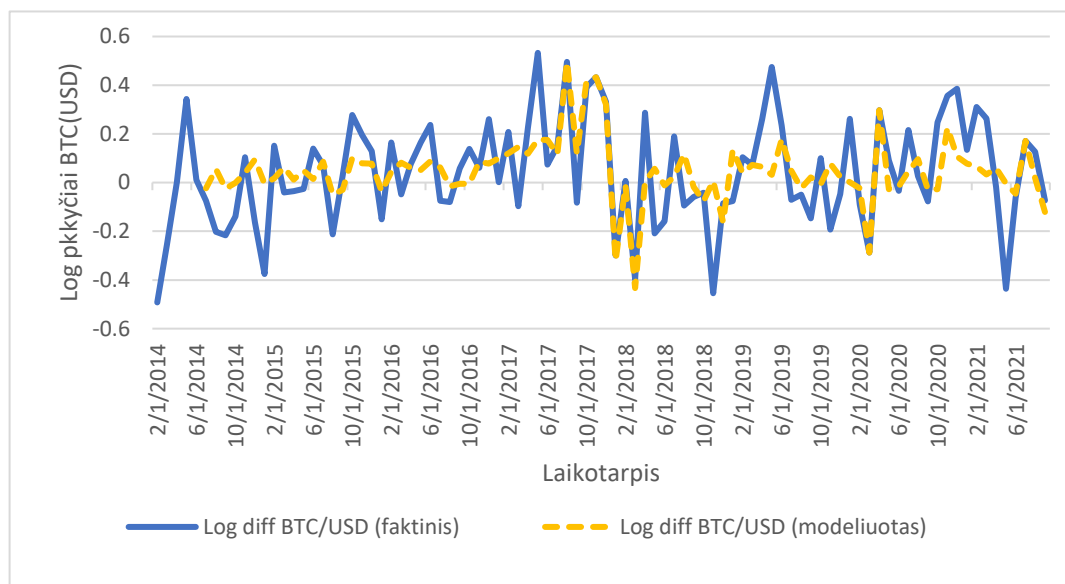
Sudarius BTC kainos pokyčius prognozuojančius modelius, grafikuose pateikta faktinė log pokyčių BTC kainos laiko eilutė ir modelių prognozuotas rodiklis. Kadangi sudaryti ARDL modeliai yra su vėlavimais, todėl visuose grafikuose galima matyti, kad modelio prognozuotos reikšmės prasideda tik po tam tikro nustatyto vėlavimo.



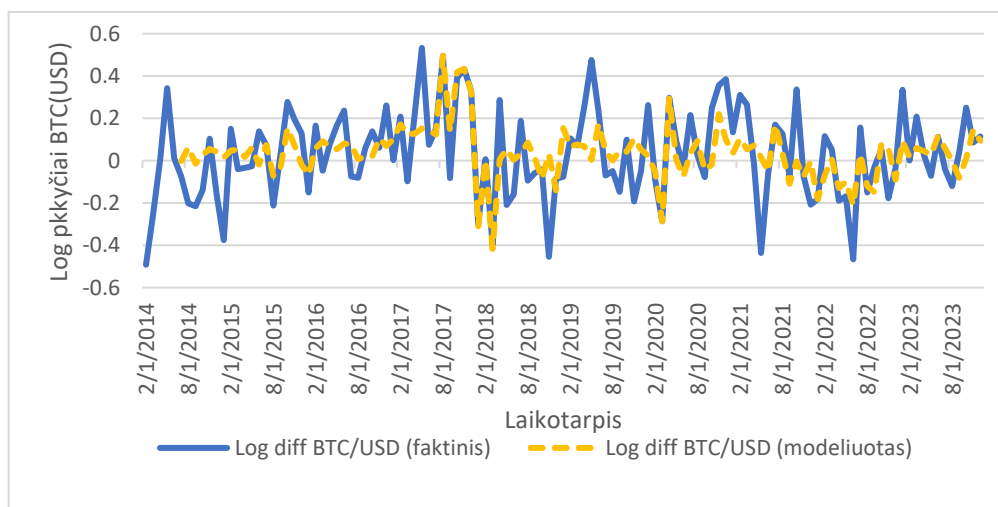
32 pav. Faktinės ir modelių prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2017-10-01

Pirmajame modelyje (32 pav.) galime pastebėti, kad prognozuotos reikšmės atsiranda po 4 mėnesių, kadangi toks buvo nustatytas optimalus vėlavimas.

Tuo tarpu antrajame modelyje prognozuotos reikšmės atsiranda tik po 5 mėnesių (33 pav.), nes tokios yra maksimalios kintamųjų vėlavimų eilės.



33 pav. Faktinės ir modeliu prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2021-10-01



34 pav. Faktinės ir modeliu prognozuotos log pokyčių BTC kainos (USD) laiko eilutės kitimas tiriamuoju laikotarpiu nuo 2014-02-01 iki 2023-12-01

Trečiajame modelyje (34 pav.), taip pat kaip ir antrajame, prognozuotos reikšmės atsiranda po 5 mėnesių,

Atlikus ekonometrinę analizę, galime matyti, kad pavyko sukurti pakankamai tiksliai BTC ir „S&P 500“ indekso kainas aprašančius modelius bei nustatyti ryši tarp JAV makroekonominių rodiklių pokyčių ir BTC bei „S&P 500“ indekso pokyčių.

Reikia nepamiršti, kad finansų rinkos yra sudėtingas ir sunkiai prognozuojamas reiškinys, kadangi finansinių instrumentų kainas įtakoja ne tik makroekonominiai rodikliai, tačiau ir politiką, žmonių psichologinė būklė, tarptautiniai konfliktai, technologijų pokyčiai ir kt. Tačiau šiuo atveju matome, kad kaina atspindima pakankamai teisingai, be didesnių nuklydimų.

Išvados

1. Finansų ir kriptovaliutų rinkos yra labai sudėtingas reiškinys, kurį sunku prognozuoti dėl daugybės įtakos veiksnių. Vieni iš minėtų veiksnių yra makroekonominiai rodikliai, tokie kaip BVP, infliacija, nedarbo lygis, palūkanų normos ir kt. Visi jie gali veikti akcijų ir kriptovaliutų rinkas. Teigiamos ekonominės sąlygos, pavyzdžiui, BVP augimas, dažnu atveju skatina investicijas ir teigiamai atsiliepia finansų rinkoms. Tuo tarpu neigiamos naujienos taip pat veikia investuotojų psichologinę būklę ir finansų rinkas.
2. Mokslinėje literatūroje yra atlikta nemažai tyrimų, kur analizuojama kaip tam tikri makroekonominiai rodikliai įtakoja finansų rinkas ir bitkoino kainą. Gauti rezultatai iš įvairių autorių skiriasi, kadangi makroekonomika ir finansų rinkos yra labai sudėtingas reiškinys, priklausantis ne tik nuo makroekonomikos, bet ir nuo politikos bei kitų įvykių. Nepaisant to, autoriai parodė, kad makroekonomika yra vienas iš kertinių faktorių, norint prognozuoti ateities kainas.
3. Kriptovaliutos turi daug skirtingų apibūdinimų, tačiau esminis kriptovaliutų apibūdinimas yra šis: kriptovaliutos yra decentralizuota skaitmeninė valiuta, kuri naudoja blockchain technologiją, teikia privatumą jos naudotojams bei yra globali valiuta. „S&P 500“ indeksas yra vienas pagrindinių JAV akcijų rinkos indeksų, kurį sudaro 500 didžiausių JAV bendrovių, kotiruojamų NYSE arba NASDAQ biržose. Šis indeksas yra įkurtas 1957 metais, didžiausios indekso įmonės – „Microsoft“, „Apple“, „Facebook“ ir kt. Daugelis investuotojų teigia, jog šis indeksas yra pagrindinis rodiklis bendrai ekonominei būklei atspindėti.
4. Tyrime buvo atliktos trijų skirtingų laikotarpių koreliacinės analizės tarp visų analizuotų rodiklių. Koreliacinė analizė atskleidė, kad visu analizuotu laikotarpiu „S&P 500“ indeksas turi stiprų tarpusavio ryšį (0.95) su bitkoino valiuta. Taip pat pastebimas stiprus ryšys tarp akcijų indekso ir BVP (0.94). Bitkoino valiuta taip pat turi stiprų ryšį su BVP (0.89), šiek tiek silpnesnis ryšis fiksuojamas tarp BTC ir infliacijos (0.77).
5. Buvo sukurti trys skirtingi bitkoino modeliai ir vienas „S&P 500“ modelis. Kadangi bitkoinas yra pakankamai nauja valiuta ir patiria didelius svyravimus, todėl modelių rezultatai skyrėsi. Pirmasis analizuotas laikotarpis buvo nuo 2014-01-01 iki 2017-12-01, kuris parodė, kad šiuo laikotarpiu didžiausią įtaką BTC kainai turėjo užimtumo rodiklis, kuriam kylant BTC kaina mažėjo. Antrajame (2014-01-01 iki 2021-10-01) ir trečiajame modelyje (2014-01-01 iki 2023-12-01) nustatyta, kad makroekonominiai rodikliai didelės įtakos BTC kainai neturėjo, tačiau fiksuojamas stiprus ryšys tarp „S&P 500“ ir BTC valiutos. „S&P 500“ modelyje nustatyta, kad BVP, palūkanų normų pokyčiai turi tiesioginį poveikį akcijų indekso pokyčiams.

Literatūros sąrašas

1. Abeba N. Turi. (2023). *Financial Technologies and DeFi Abeba N. Turi Editor A Revisit to the Digital Finance Revolution Financial Innovation and Technology*.
2. Amsyar, I., Christopher, E., Dithi, A., Khan, A. N., & Maulana, S. (2020). The Challenge of Cryptocurrency in the Era of the Digital Revolution: A Review of Systematic Literature. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 2(2), 153–159. <https://doi.org/10.34306/att.v2i2.96>
3. Birz, G., & Lott, J. R. (2011). The effect of macroeconomic news on stock returns: New evidence from newspaper coverage. *Journal of Banking and Finance*, 35(11), 2791–2800. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.006>
4. Boreika, P., & Pilinkus, D. (2009). *MAKROEKONOMINIŲ RODIKLIŲ IR AKCIJŲ KAINŲ TARPUSAVIO RYŠYS BALTIJOS ŠALYSE*.
5. Boyd, J. H., Boyd, J. H., Levine, R., & Smith, B. D. (2001). 221}248 For evidence on inflation and growth, see Barro. In *Journal of Monetary Economics* (Vol. 47). Bullard and Keating.
6. Caporale, G. M., & Plastun, A. (2019). The day of the week effect in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 31, 258–269. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.11.012>
7. *Bitcoin (BTC) Pricing Chart*. (2024). <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
8. Corbet, S., Larkin, C., Lucey, B. M., Meegan, A., & Yarovaya, L. (2020). The impact of macroeconomic news on Bitcoin returns. *European Journal of Finance*, 26(14), 1396–1416. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2020.1737168>
9. Dong, B., Jiang, L., Liu, J., & Zhu, Y. (2022). Liquidity in the cryptocurrency market and commonalities across anomalies. *International Review of Financial Analysis*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102097>
10. Fazlul, M., Khan, H., & Billah, M. M. (2023). *Macroeconomic factors and Stock exchange return: A Statistical Analysis*.
11. Gandal, N., & Halaburda, H. (2016). Can we predict the winner in a market with network effects? Competition in cryptocurrency market. *Games*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/g7030016>
12. Hakim das Neves, R. (2020). Bitcoin pricing: impact of attractiveness variables. *Financial Innovation*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-020-00176-3>
13. Holmes, E. E., Scheuerell, M. D., & Ward, E. J. (2021). *Applied Time Series Analysis for Fisheries and Environmental Sciences*.
14. Iltuzer, Z., & Tas, O. (2012). The Analysis of Bidirectional Causality between Stock Market Volatility and Macroeconomic Volatility. In *International Journal of Business and Social Science* (Vol. 3, Issue 12).
15. Joh, H., & Lee, J. (2022). Modeling Vulnerability Discovery Process in Major Cryptocurrencies. *Journal of Multimedia Information System*, 9(3), 191–200. <https://doi.org/10.33851/jmis.2022.9.3.191>
16. Karpuškienė, V., Davidovič, A., Davidovič, O., Majevskaja, K., Mečkovski, J., Meškelytė, S., Mociūnaitė, L., Rupeika, G., & Šikšniūtė, N. (2017). *Ekonometrijos Virtuvė versija 1.0 ekonometrijos mokomoji medžiaga studentai-studentams*.
17. Karpuškienė, V., & Lastauskas, P. (n.d.). *Ekonometrinis modeliavimas su EViews: praktinis gidas*.

18. Kjærland, F., Khazal, A., Krogstad, E., Nordstrøm, F., & Oust, A. (2018). An Analysis of Bitcoin's Price Dynamics. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(4), 63. <https://doi.org/10.3390/jrfm11040063>
19. Klein, T., Pham Thu, H., & Walther, T. (2018). Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *International Review of Financial Analysis*, 59, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.010>
20. Kripto valiutos ir žetonų apskaitos rekomendacijos. (2018).
21. Low, G., & Tan, T. (2020). Cryptocurrency – Is It Property? *Journal of Investment Compliance*, 21(2/3), 175–179. <https://doi.org/10.1108/joic-09-2020-0027>
22. Makowski, D., Ben-Shachar, M., Patil, I., & Lüdecke, D. (2020). Methods and Algorithms for Correlation Analysis in R. *Journal of Open Source Software*, 5(51), 2306. <https://doi.org/10.21105/joss.02306>
23. Meynkhard, A. (2019). Fair market value of bitcoin: Halving effect. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 72–85. [https://doi.org/10.21511/imfi.16\(4\).2019.07](https://doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.07)
24. S&P 500 (SPX). (2024). <https://www.nasdaq.com/market-activity/index/spx>
25. Ngoc, T., Vu, N., Thi, V., & Nga, N. (2022). *The Impact of Cryptocurrency on Traditional Financial Markets* Title *The Impact of Cryptocurrency on Traditional Financial Markets*.
26. Olokoyo, F. O., Ibhagui, O. W., & Babajide, A. (2020). Macroeconomic indicators and capital market performance: Are the links sustainable? *Cogent Business and Management*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1792258>
27. Pearce, D., & Roley, V. (1987). *Firm Characteristics, Unanticipated inflation and Stock Returns*.
28. Pervaiz, S., Muhammad Waheed, B., & Alam Saghir Pervaiz Ghauri, T. (2006). *Munich Personal RePEc Archive Structural breaks and unit root: evidence from Pakistani macroeconomic time series* *Structural Breaks and Unit Root: Evidence from Pakistani Macroeconomic Time Series*.
29. Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
30. Ricciardi, V. (2005). *A Research Starting Point for the New Scholar: A Unique Perspective of Behavioral Finance* Comments and suggestions Are always welcomed and appreciated. www.ssrn.com
31. U.S. EQUITY S&P Sectors. (2024). <https://www.spglobal.com/spdji/en/index-family/equity/us-equity/sp-sectors/#overview>
32. Srinivasan, P., Maity, B., & Kumar, K. K. (2022). Macro-Financial Parameters Influencing Bitcoin Prices: Evidence from Symmetric and Asymmetric ARDL Models. *Review of Economic Analysis*, 14(1), 143–175. <https://doi.org/10.15353/rea.v13i3.3585>
33. St. Louis Fed. (n.d.). *Gross Domestic Product (GDP)*. <https://fred.stlouisfed.org/Series/GDP#0>. Retrieved January 2, 2024, from <https://fred.stlouisfed.org/series/GDP#0>
34. Subačius, A., & Subačienė, R. (2019). Kripto valiuta: privalumai ir trūkumai. *Buhalterinės Apskaitos Teorija Ir Praktika*, 19, 1. <https://doi.org/10.15388/batp.2019.1>
35. Svitlana, V., & Yuriy, B. (2019). BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE FINANCIAL ECOSYSTEM. *Herald of Kyiv National University of Trade and Economics*, 128(6), 93–104. [https://doi.org/10.31617/visnik.knute.2019\(128\)09](https://doi.org/10.31617/visnik.knute.2019(128)09)

36. *Tradingview SPX Vs BTC*. (n.d.). 2024. Retrieved March 3, 2024, from <https://www.tradingview.com/chart/3fFuLXLM/?symbol=SP%3ASPX>
37. Walmsley, T., Rose, A., & Wei, D. (2020). *The Impacts of the Coronavirus on the Economy of the United States*.
38. Wang, L., Sarker, P. K., & Bouri, E. (2023). Short- and Long-Term Interactions Between Bitcoin and Economic Variables: Evidence from the US. *Computational Economics*, 61(4), 1305–1330. <https://doi.org/10.1007/s10614-022-10247-5>
39. Whelan, J., Msefer, K., & Forrester, J. W. (2001). *ECONOMIC SUPPLY & DEMAND*.
40. Yuneline, M. H. (2019). Analysis of cryptocurrency's characteristics in four perspectives. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 26(2), 206–219. <https://doi.org/10.1108/JABES-12-2018-0107>
41. Zaremba, A. (2016). Investor sentiment, limits on arbitrage, and the performance of cross-country stock market anomalies. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 9, 136–163. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2015.11.007>

Priedai

1 priedas. BTC prognozavimo modelių parametų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Modelis	Modelio parametras	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.	p - reikšmė
Model 1	(Intercept)	0.154 (0.07) **	0.027
Model 1	L(btc_usd_log_diff, 1)	0.029 (0.13)	0.822
Model 1	L(btc_usd_log_diff, 2)	0.279 (0.15)	0.078
Model 1	inflation_rate_log_diff	-0.222 (0.85)	0.796
Model 1	interest_rate_log_diff	0.154 (0.2)	0.447
Model 1	labour_force_log_diff	-45.354 (13.96) **	0.003
Model 1	population_log_diff	-4.454 (31.79)	0.89
Model 1	gdp_log_diff	-18.411 (7.54) **	0.021
Model 1	L(gdp_log_diff, 1)	-13.946 (8.83)	0.126
Model 1	L(gdp_log_diff, 2)	-12.378 (8.21)	0.143
Model 1	L(gdp_log_diff, 3)	-8.426 (7.95)	0.298
Model 1	L(gdp_log_diff, 4)	-14.896 (7.16) **	0.047
Model 1	sp500_log_diff	3.689 (0.91) **	0
Model 1	btc_usd_break	0.511 (0.18) **	0.008
Model 1	population_break	0.406 (0.15) **	0.012
Model 2	(Intercept)	0.07 (0.06)	0.245
Model 2	L(btc_usd_log_diff, 1)	0.16 (0.11)	0.147
Model 2	inflation_rate_log_diff	-0.787 (0.71)	0.269
Model 2	interest_rate_log_diff	0.104 (0.18)	0.568
Model 2	labour_force_log_diff	-5.671 (10.22)	0.581
Model 2	population_log_diff	-51.702 (33.3)	0.125
Model 2	L(population_log_diff, 1)	37.48 (137.83)	0.786
Model 2	L(population_log_diff, 2)	-27.187 (31.62)	0.393
Model 2	L(population_log_diff, 3)	77.073 (31.26) **	0.016
Model 2	L(population_log_diff, 4)	-9.675 (32.65)	0.768
Model 2	L(population_log_diff, 5)	74.267 (31.17) **	0.02
Model 2	gdp_log_diff	-1.373 (3.18)	0.668
Model 2	sp500_log_diff	1.096 (0.6)	0.071
Model 2	btc_usd_break	0.529 (0.86)	0.539
Model 2	gdp_break	-0.249 (0.28)	0.379
Model 2	inflation_rate_break	0.153 (0.2)	0.44
Model 2	labour_force_break	0.014 (0.51)	0.978
Model 2	population_break	0.427 (0.19) **	0.028
Model 3	(Intercept)	0.102 (0.05) **	0.042
Model 3	L(btc_usd_log_diff, 1)	0.105 (0.09)	0.265
Model 3	inflation_rate_log_diff	-0.585 (0.5)	0.241
Model 3	interest_rate_log_diff	-0.064 (0.1)	0.535
Model 3	labour_force_log_diff	-0.574 (8.5)	0.946

Modelis	Modelio parametras	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.	p - reikšmė
Model 3	population_log_diff	-50.817 (30.75)	0.102
Model 3	L(population_log_diff, 1)	102.394 (102.39)	0.32
Model 3	L(population_log_diff, 2)	-32.76 (30.05)	0.278
Model 3	L(population_log_diff, 3)	75.454 (29.61) **	0.012
Model 3	L(population_log_diff, 4)	-5.222 (30.62)	0.865
Model 3	L(population_log_diff, 5)	70.048 (29.5) **	0.02
Model 3	gdp_log_diff	-2.017 (2.79)	0.472
Model 3	sp500_log_diff	1.298 (0.43) **	0.003
Model 3	btc_usd_break	0.932 (0.65)	0.155
Model 3	gdp_break	-0.348 (0.24)	0.157
Model 3	inflation_rate_break	0.178 (0.18)	0.329
Model 3	interest_rate_break	-0.058 (0.2)	0.769
Model 3	labour_force_break	-0.295 (0.41)	0.475
Model 3	population_break	0.417 (0.18) **	0.024
Model 3	sp500_break	-0.037 (0.19)	0.846

2 priedas. „S&P 500“ prognozavimo modelių parametų įverčiai ir jų statistinis reikšmingumas

Modelis	Modelio parametras	Beta (stand. paklaida), stat. reikš.	p - reikšmė
Modelis 1	(Intercept)	0.008 (0.01)	0.147
Modelis 1	L(sp500_log_diff, 1)	-0.377 (0.1) **	0
Modelis 1	L(sp500_log_diff, 2)	-0.288 (0.1) **	0.003
Modelis 1	inflation_rate_log_diff	-0.066 (0.1)	0.516
Modelis 1	interest_rate_log_diff	0.001 (0.02)	0.981
Modelis 1	L(interest_rate_log_diff, 1)	-0.077 (0.02) **	0
Modelis 1	labour_force_log_diff	-1.424 (1.75)	0.417
Modelis 1	population_log_diff	2.197 (6.35)	0.73
Modelis 1	gdp_log_diff	1.429 (0.66) **	0.032
Modelis 1	L(gdp_log_diff, 1)	1.445 (0.45) **	0.002
Modelis 1	L(gdp_log_diff, 2)	0.731 (0.35) **	0.039
Modelis 1	btc_usd_break	0.009 (0.04)	0.802
Modelis 1	gdp_break	-0.124 (0.06) **	0.027
Modelis 1	inflation_rate_break	0.04 (0.04)	0.301
Modelis 1	interest_rate_break	-0.036 (0.04)	0.385
Modelis 1	interest_rate_break	-0.036 (0.04)	0.385
Modelis 1	labour_force_break	0.115 (0.1)	0.258
Modelis 1	population_break	0.003 (0.04)	0.943
Modelis 1	sp500_break	-0.015 (0.04)	0.711