



**VILNIAUS UNIVERSITETO
VERSLO MOKYKLA**

TARPTAUTINIO VERSLO FINANSŲ PROGRAMA

Aleksandra Kuznecova

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANTYS VEKSNIAI	FACTORS DETERMINING CRYPTOCURRENCY PRICE VOLATILITY
-------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Darbo vadovas

Arvydas Paškevičius

Darbo vadovo vardas, pavardė



SANTRAUKA

VILNIAUS UNIVERSITETO
VERSLO MOKYKLA
TARPTAUTINIO VERSLO FINANSŲ PROGRAMA
STUDENTĖ ALEKSANDRA KUZNECOVA
KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANTYS VEIKSNIAI

Darbo vadovas –

Darbas parengtas – 2021 m. Vilniuje

Darbo apimtis – 58 puslapiai.

Lentelių skaičius darbe – 4 vnt.

Paveikslų skaičius darbe – 12 vnt.

Literatūros ir šaltinių skaičius – 105 vnt.

Šiai dienai pasaulyje suskaičiuojama virš 9000 skirtingų kriptovaliutų, o jų taikymo galimybės plačiai aptiriamos tiek centrinių bankų, tiek privataus sektoriaus įmonių. Šio darbo tikslas – ištirti kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius. Tikslui pasiekti buvo išskelti šie uždaviniai: 1) išanalizuoti kriptovaliutų veikimo ypatybes ir dėl jų kylančias rizikas, galinčias turėti įtakos kriptovaliutų kainai; 2) apžvelgti akademinę literatūrą, aptariančią kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius, bei įvardinti jos spragas, 3) suformuoti kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo metodologiją; 4) remiantis literatūros apžvalga ir pasirinkta metodologija, atlikti kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimą ir pateikti išvadas bei rekomendacijas.

Tyrime naudojamas klasikinis tiesinės regresijos modelis pagal mažiausių kvadratų metodą. Tyrimas buvo atliekamas analizuojant psichologinių-socialinių, makroekonominių-reguliacinių ir endogeninių veiksnių įtaką bitkoino kainai. Atsižvelgiant į tyrimo rezultatus, ketindami pirkti ar parduoti bitkoinus, investuotojai, analitikai bei porfelių valdytojai turėtų įvertinti „Google“ ir „Baidu“ paieškų tendencijas, Šanchajaus akcijų indeksą, reguliacinės naujienas bei Argentinos peso kursą. Vis dėlto, svarbu turėti galvoje kriptovaliutų kaip spekuliacinio turto vaidmenį ir galimą kainų burbulo egzistavimą šioje rinkoje.

Darbą leidžiama publikuoti po garantinio laikotarpio pabaigos.

SUMMARY

VILNIUS UNIVERSITY
BUSINESS SCHOOL
INTERNATIONAL BUSINESS FINANCE PROGRAMME
ALEKSANDRA KUZNECOVA
FACTORS DETERMINING CRYPTOCURRENCY PRICE VOLATILITY

Supervisor – prof. dr. Arvydas Paškevičius

Thesis prepared – 2021 m., Vilnius

Thesis volume – 58 pg.

Number of tables – 4.

Number of figures – 12.

Number of references – 105

The purpose of this paper is to identify factors determining cryptocurrency price volatility. To achieve this goal, the following objectives were set: 1) analyse cryptocurrency functioning principles and risks they entail; 2) provide an overview of existing literature on cryptocurrency price volatility and identify its gaps; 3) formulate research methodology, 4) conduct study of factors determining cryptocurrency price volatility based on literature review and selected methodology, provide conclusions and recommendations.

The study is conducted by applying classical linear regression model and ordinary least squares method. The study examines the effect of psychological-social, macroeconomic-regulatory and endogenous factors on the price of bitcoin. Based on the output of this paper, investors, analysts and portfolio managers should consider „Google Trends“ and „Baidu“ search tendencies, Shanghai Stock Exchange Composite Index, regulatory news, and the exchange rate of Argentinian peso against USD when considering investment in cryptocurrencies. However, it is equally important to note the role of cryptocurrencies as of speculative asset and consider the existence of potential financial bubble in this market.

The paper is allowed to be published upon expiration of the warranty period.

TURINYS

SANTRAUKA	6
SUMMARY	7
TURINYS	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	10
ĮVADAS	1
1 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ	3
1.1 Kripto valiutų atsiradimas ir jų savybės.....	3
1.2 Kripto valiutų rizikos: reguliavimo trūkumas, saugumas ir nelegali veikla	5
1.3 Kripto valiutų rinkos efektyvumas, fundamentali vertė ir kainų burbulas	13
1.4 Kripto valiutų kaina ir psichologiniai-socialiniai faktoriai.....	17
1.5 Kripto valiutų kainos, makroekonomika ir reguliavimas	20
1.6 Kripto valiutų kaina ir endogeniniai faktoriai.....	23
2 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMO METODOLOGIJA	25
2.1 Kripto valiutų kainų veiksnių tyrimo planavimas ir eiga.....	25
2.2 Kripto valiutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo metodologija	26
2.3 Kintamųjų pasirinkimas ir pagrindimas.....	30
2.4 Tyrimo hipotezės ir uždaviniai	36
3 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMAS.....	38
3.1 Modelio testavimas ir koregavimas	38
3.2 Modelio rezultatų interpretavimas	45
3.3. „Google Trends“ ir „Baidu“ įtaka bitkoino kainų svyravimams	46
3.4 Aukso ir JAV izdo obligacijų įtaką bitkoino kainų svyravimams	49
3.5. „Standard & Poor’s 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksų įtaką bitkoino kainų svyravimams	50
3.6 Didelės infliacijos veikiamų valiutų įtaką bitkoino kainų svyravimams	52
3.7 Kripto valiutų naujienų įtaką bitkoino kainų svyravimams.....	54
3.8 Algoritmo sudėtingumo lygio ir pardavimo apimčių įtaką kripto valiutų kainų svyravimams....	55
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	57
LITERATŪROS SĄRAŠAS	59
1 PRIEDAS. KRIPTOVALIUTŲ SAUGUMO IŠŠŪKIAI	67
2 PRIEDAS. REGULIACINIŲ NAUJIENŲ SĄRAŠAS 2016 IR 2019 M.....	70
3 PRIEDAS. APRAŠOMOSIOS STATISTIKOS.....	72

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. <i>Skirtumai tarp tradicinių valiutų ir kriptovaliutų</i>	3
2 lentelė. <i>Tyrimo eiga</i>	25
3 lentelė. <i>Tyrimo naudojami kintamieji</i>	36
4 lentelė. <i>Dispersijos infliacijos koeficientas</i>	42

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas.	Bitkoino kainos smukimas po „Mt. Gox“ atakos.....	9
2 paveikslas.	Kasyklų centralizacijos požymiai.....	10
3 paveikslas.	Prekybos bitkoinais apimtys pasaulyje.....	33
4 paveikslas.	Infliacijos rodikliai	34
5 paveikslas.	Modelio skirstinys	44
6 paveikslas.	„Google Trends“ paieškų ir bitkoinų kainų sąveika.....	47
7 paveikslas.	„Baidu“ paieškų ir bitkoino kainų sąveika	48
8 paveikslas.	„S&P 500“ indeksas ir bitkoino kaina	51
9 paveikslas.	Šanchajaus akcijų indeksas ir bitkoino kaina	51
10 paveikslas.	Bitkoinų kaina ir valiutų kursai	52
11 paveikslas.	Bitkoino kaina ir Argentinos pesas	53
12 paveikslas.	Algoritmų sudėtingumo rodiklis ir bitkoino kaina	56

IVADAS

Temos aktualumas. Eksponentinė bitkoino ir kitų kriptovaliutų plėtra pritraukė nemažai dėmesio per pastarųjų kelerių metų laikotarpį. Kriptovaliutų rinka tebėra ganėtinai jauna – pirmoji kriptovaliuta bitkoinas buvo sukurta 2009 m., tačiau aktyvi prekyba jais prasidėjo tik 2013, tad ši sritis vis dar lieka nepakankamai ištirta akademikų. Blokų grandinė, kurios technologija remiasi kriptovaliutos, sukėlė revoliuciją finansinių paslaugų srityje, ir šiai dienai pasaulyje suskaičiuojama daugiau kaip 9000 skirtingų kriptovaliutų, o blokų grandinės taikymo galimybės įvairiose srityse plačiai diskutuojamos.

Kriptovaliutos turi nemažai privalumų lyginant su tradicinėmis rinkoje cirkuliuojančiomis valiutomis. Jos pasižymi sparta, lankstumu ir prieinamumu, be to, kriptovaliutos leidžia išvengti įprastų bankų mokesčių ir suteikia savo naudotojams didesnę nuosavų pinigų kontrolę. Kriptovaliutų naudotojų skaičius nuolat auga, atitinkamai didėja ir dalies investuotojų lūkesčiai dėl tolimesnio jų kainų kilimo. Sąlygos kriptovaliutų plėtrai yra ypač palankios – pasaulinės pandemijos kontekste investuotojai dairosi patikimų ir ilguoju laikotarpiu vertę išsaugančių investicijų, o mobiliosios technologijos, kurių pagalba gali būti atliekami pavedimai kriptovaliutomis, ir toliau populiarėja visame pasaulyje. Tai ypač aktualu besivystantiems regionams, kur žmonės turi prieigą prie mobiliųjų telefonų, tačiau ne bankininkystės paslaugų, tad kriptovaliutos gali pasitarnauti didesnės pasaulio gyventojų dalies finansinei įtraukčiai.

Tačiau išlieka ir nemažai rizikų. Jeigu 2012 m. Europos centrinis bankas teigė, kad kriptovaliutos nekelia rimtos rizikos finansinės sistemos stabilumui dėl riboto savo panaudojimo ir mažos kapitalizacijos, tai 2017 m. jau girdėjosi griežtesni įspėjimai tiek investuotojams, tiek reguliuotojams, o kriptovaliutų rinkos kapitalizacija šiai dienai jau siekia apie 1,751 trilijono JAV dolerių.

Pavojus kyla ne tik dėl kibernetinio saugumo, pinigų plovimo grėsmių ir riboto virtualių valiutų¹ rinkos reguliavimo, bet ir dėl kriptovaliutų kainos nepastovumo. Daug kas vertina kriptovaliutas ne tik kaip ateities atsiskaitymo priemonę, bet ir kaip protingą ilgalaikę investiciją. Tačiau kainų nestabilumas yra viena iš priežasčių, dėl kurių nepanašu, kad kriptovaliutos nustelbs tradicines valiutas artimiausiu metu. Anot austrų ekonomikos mokyklos atstovo Friedricho Hayeko (1978), rinkoje dominuos ta valiuta, kuri sugebės užtikrinti didžiausią savo vertės stabilumą. Tačiau kol kas kriptovaliutų rinka stabilumu nepasižymi, o beprecedentis bitkoinų kainų kilimas dažnai įvardijamas kaip rinkoje egzistuojančio kainų burbulo pasekmė.

Kriptovaliutų kainų dinamikos suvokimas svarbus ne tik plėtojant kriptovaliutų taikymą pasaulyje, bet ir siekiant apsaugoti investuotojų pinigus ar norint racionaliai diversifikuoti investicinį portfelį kriptovaliutų pagalba. Dėl šių priežasčių svarbu nustatyti veiksnius, darančius įtaką

¹ Šiame darbe terminai „kriptovaliuta“ ir „virtuali valiuta“ vartojami sinonimiškai.

kripto valiutų kainų svyravimui. Išanalizavus akademinę literatūrą šia tema, šis darbas sieks identifikuoti sritis, kurios bus tiriamos empirinėje dalyje.

Darbo naujumas. Dalis tyrimų, aptariamų psichologinių-socialinių faktorių skiltyje, pažymi didelį „Google Trends“ paieškų poveikį kripto valiutų kainai, tačiau yra nepakankamai tyrimų, analizuojančių „Baidu“ paieškų įtaką kripto valiutų kainoms. Turint galvoje valiutų kasyklų centralizaciją Kinijoje, šis aspektas atrodo vertas platesnės analizės. Plačiai paplitęs įsitikinimas, kad kripto valiutos pasitarauja kaip alternatyva vietinėms didele infliacija pasižyminčioms valiutomis. Nors dalis akademikų analizuoja euro ir dolerio kursų koreliaciją su kripto valiutų kainomis, tebėra atlikta nepakankamai tyrimų, analizuojančių kripto valiutų ir infliacija pasižyminčių valstybių valiutų sąryšį. Tai padėtų patvirtinti arba paneigti prielaidą, kad infliacija turi įtakos kripto valiutų kainai. Galiausiai, beveik neištirtas su kripto valiutomis susijusių teigiamų ir neigiamų naujienų poveikis jų kainai. Šiuo darbu siekiama prisidėti užpildant šias spragas.

Mokslinė problema. Kaip ekonominiai, psichologiniai-socialiniai ir endogeniniai faktoriai veikia kripto valiutų kainų svyravimus?

Mokslinis objektas. Kripto valiutų rinka.

Tikslas. Remiantis literatūros apžvalga ir atliktu empiriniu tyrimu, įvertinti faktorius, lemiančius kripto valiutų kainų svyravimą.

Mokslinio darbo uždaviniai.

1. Išanalizuoti kripto valiutų veikimo ypatybes ir dėl jų kylančias rizikas, galinčias turėti įtakos kripto valiutų kainai.
2. Apžvelgti akademinę literatūrą, aptariančią kripto valiutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius, bei įvardinti jos spragas.
3. Suformuoti kripto valiutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo metodologiją.
4. Remiantis literatūros apžvalga ir pasirinkta metodologija, atlikti kripto valiutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimą ir pateikti išvadas bei rekomendacijas.

Darbo struktūra. Pirmojoje darbo dalyje bus aptariami kripto valiutų veikimo principai, privalumai ir rinkos specifika. Taip pat plačiau bus aptartos rizikos, susijusios su virtualiomis valiutomis, kripto valiutų rinkos efektyvumas ir kainų burbulo egzistavimas. Toliau bus apžvelgti tyrimai ir straipsniai, nagrinėjantys veiksnius, lemiančius kripto valiutų kainų svyravimą.

Antroje dalyje bus formuluojama kripto valiutų kainas lemiančių veiksnių tyrimo metodologija ir iškeliamos hipotezės. Trečiojoje dalyje bus aprašyta tyrimo eiga bei interpretuojami empirinio tyrimo rezultatai. Pabaigoje pateikiamos išvados ir rekomendacijos.

1 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ

1.1 Kripto valiutų atsiradimas ir jų savybės

Pirmiausia, svarbu aptarti kripto valiutų privalumus, trūkumus, funkcionavimo principus bei iš jų kylančias rizikas, kadangi visi jie gali pasitarnauti bandant suvokti kripto valiutų kainos dedamąsias. Pirmoji ir šiai dienai didžiausia pagal rinkos kapitalizaciją kripto valiuta bitkoinas buvo sukurta 2009 m. asmens ar žmonių grupės, pasivadinusios Satoshi Nakamoto. 2009 m. buvo iškastas pirmasis bitkoino blokas, kurio pavadinime buvo antraštė iš tos dienos „The Times“ laikraščio: „03/01/2009 Kancleris ruošiasi antrajam bankų gelbėjimo etapui“. Pasaulinės finansų krizės ir nepasitikėjimo bankais kontekste, bitkoino atsiradimas buvo ypač sveikintinas: bitkoinas buvo niekaip nesusijęs su tradicinėmis valiutomis, jo kursas visiškai priklausomas nuo pasiūlos ir paklausos santykio, be to, nereikalavo bankų kaip tarpininkų įsitraukimo. Pats Nakamoto bitkoiną apibūdino kaip mokėjimo sistemą, paremtą kriptografija, o ne pasitikėjimu (Nakamoto; 2008). Bitkoinas greitai įgijo populiarumą, ir šiai dienai skaičiuojama, kad egzistuoja daugiau nei 9000 skirtingų kripto valiutų, veikiančių blokų grandinės principu (Coinmarketcap, 2020).

Europos centrinis bankas (2012) virtualią valiutą apibūdina kaip nereguliuojamus skaitmeninius pinigus, kurių pasiūla yra valdoma jos kūrėjų ir kuri priimama kaip atsiskaitymo priemonė tam tikroje bendruomenėje. Yra keletas pagrindinių skirtumų tarp tradicinių valiutų ir kripto valiutų (žr. **1 lentelę**).

1 lentelė. Skirtumai tarp tradicinių valiutų ir kripto valiutų

	Tradicinės valiutos	Kripto valiutos
Apibrėžimas	Bet kuria forma cirkuliuojantys pinigai, priimami kaip atsiskaitymo priemonė ir reguliuojami vyriausybės.	Nereguliuojami skaitmeniniai pinigai, kurių pasiūla yra nustatoma jos kūrėjų, ir kuri priimama kaip atsiskaitymo priemonė tam tikroje bendruomenėje.
Pavyzdys	JAV doleris, Japonijos jena	Bitkoinas, Ethereum
Verifikavimas	Naudojant priemonę ar kodą, išduotą finansinių institucijų.	Naudojantis skaitmeniniu parašu-kodu, kurį generuoja algoritmas.
Transakcijos stebėseną	Transakcija stebima trečiosios šalies, paprastai banko.	Transakciją stebi blokų grandinės registras (angl. <i>ledger</i>), kuris yra viešai prieinamas ir palaikomas valiutos kasėjų.

Transakcijos kaštai	Standartiniai.	Minimalūs.
Volatilumas	Kaina priklauso nuo makroekonominių faktorių.	Kaina priklauso nuo pasiūlos ir paklausos.
Tarpininkas	Finansų institucija.	Nėra.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis ECB (2012) ir Bakar (2017)

Dažniausiai įvardijami šie kriptovaliutų privalumai lyginant su tradicinėmis valiutomis:

- 1) *Mokėjimų kaštai*. Nors kriptovaliutų keityklos ir taiko keitimo mokesčius, nelieka tradicinių bankų taikomų kaštų, tokių kaip sąskaitos administravimo mokestis, likučio mokestis ir kiti.
- 2) *Lankstumas*. Virtualios valiutos gali pagelbėti atliekant mikro mokėjimus, leisdamos verslui įkainoti nedidelės vertės prekes ar paslaugas. Ligi šiol to neapsimokėjo daryti su įprastomis mokėjimo priemonėmis dėl bankų taikomų pavedimų įkainių.
- 3) *Autonomija*. Naudotojai įgyja daugiau autonomijos savo pinigų naudojimo atžvilgiu, nes transakcija vyksta tiesiogiai tarp dviejų šalių ir nereikalauja tarpininkų, tokių kaip bankas ar vyriausybė, įsikišimo.
- 4) *Prieinamumas*. Kadangi kriptovaliutomis galima naudotis skirtingų platformų ir technologijų pagalba, jos galėtų palengvinti finansinių paslaugų prieinamumą tiems vartotojams, kuriems jos iki šiol buvo nepasiekiamos, kas palengvintų atsiskaitymus už prekes ar paslaugas visame pasaulyje.
- 5) *Anonimiškumas*. Dėl savo veikimo principo, kriptovaliutų mokėjimai išlieka anonimiški, nebent naudotojas savanoriškai atskleidžia savo pavedimų istoriją, kadangi pirkimai nėra siejami su realaus asmens tapatybe ir yra sunkiai susekami. Tai pravartu nerimaujantiems dėl „didžiojo brolio“ priežiūros ir asmens duomenų, atsiduriančių trečiosios šalies rankose, panaudojimo.
- 6) *Pasiūla*. Dauguma kriptovaliutų turi ribotą pasiūlą, dėl ko jos yra beveik neveikiamos infliacijos (pvz., pagal dabartinį algoritmą, iškasta gali būti viso labok 21 milijonas bitkoinų). Tai paaiškinama tradicinėmis ekonominėmis teorijomis – Adamas Smithas „Tautų turte“ teigia, kad paklausai viršijant pasiūlą, prekės kaina kyla. Dėl atsparumo infliacijai, kriptovaliutos sparčiai populiarėja šalyse, kur vietos valiutos yra smarkiai jos veikiamos.

Raktiniai žodžiai, apibūdinantys kriptovaliutų funkcionavimo sistemą, yra blokų grandinė (angl. *blockchain*). Blokų grandinė yra savotiška apskaitos knyga, kuri registruoja visas įvykusias transakcijas, tačiau ji gali būti panaudojama ne tik virtualioms valiutomis, bet ir skaitmeniniams kontraktams, medicininės istorijos saugojimui, prekybai ir pan. Blokų grandinė yra tarsi nuolat augantis registras, kuris saugo įrašus ir duomenis apie transakcijas nuo pat pirmojo iškasto bloko. Bitkoinų atveju, kas 10

minučių visos naujai atliktos transakcijos sudedamos į bendrą sąrašą, vadinamą bloku. Kai vyksta transakcija, ji pasiekia kiekvieną susijusį kompiuterį blokų grandinės tinkle. Asmenys, išitraukę į transakcijų patvirtinimą, vadinami kriptovaliutos kasėjais (angl. *miners*). Naudodamiesi savo kompiuteriniais resursais, kasėjai konkuruoja tarpusavyje, siekdami išspręsti kriptografinę lygtį ir pridėti sekantį bloką į grandinę. Pirmasis iškasęs bloką gauna iš anksto nustatomą atlygį (pvz. tam tikrą kiekį bitkoinų). Kriptovaliutos kasimui naudojama viešai prieinama programinė įranga, padedanti kasėjams išspręsti algoritmo sugeneruojamą lygtį. Algoritmas reguliuoja, kad kriptografinė lygtis nebūtų išsprendžiama greičiau ar ilgiau nei per 10 minučių. Jeigu taip įvyksta, algoritmas atitinkamai pasunkina arba palengvina lygtį, kad sprendimo laikas vėl priartėtų prie nustatyto vidurkio. Kai lygtis išsprendžiama, blokas pridedamas į grandinę ir visų prieš tai vykusių transakcijų istorija yra išsaugoma po tam tikru skaitmeniniu antspaudu. Šis būdas yra ypač saugus, kadangi siekiant padirbti transakciją, reikėtų įsilaužti į kiekvieno bloko istoriją kiekviename tinklo kompiuteryje tuo pačiu metu, kas yra nepaprastai sudėtinga (Rotman; 2014). Transakcijai įvykus, kriptovaliutų naudotojai laiko savo valiutas virtualiose piniginėse, kurios dažnai siejamos ne su realiu asmeniu, o tik su unikaliu 34 simbolių adresu, priskirtu naudotojui.

Kriptovaliutų atsiradimas padėjo išspręsti dvi problemas, dėl kurių finansinių institucijų egzistavimas buvo būtinas: pasitikėjimo ir dvigubo išlaidumo (angl. *double spending*). Pasitikėjimo atžvilgiu, naudotojams nebereikia pasikliauti trečiaja šalimi transakcijos vykdymui ir saugiam pinigų laikymui – tai užtikrina blokų grandinė ir kriptografija. Dvigubo išlaidumo problema reiškia, kad nesant patikimam tarpininkui (tokiam kaip bankas), nėra galimybės užtikrinti, kad naudotojas turimų pinigų neišleis du ar daugiau kartų, bet tai užtikrina kriptovaliutų transakcijų registras. Be to, už virtualių valiutų pasiūlą atsakingas algoritmas, o ne centrinis bankas.

1.2 Kriptovaliutų rizikos: reguliavimo trūkumas, saugumas ir nelegali veikla

Ankstesnėje šio darbo dalyje buvo aptarti kriptovaliutų privalumai ir ypatybės, lėmusios jų populiarėjimą ir sparčią plėtrą. Tačiau išlieka ir nemažai rizikų, kurių nesėkmingas mitigavimas gali daryti poveikį kriptovaliutų kainų volatilumui. Tarp didžiausių rizikų dažniausiai įvardijami *rinkos reguliavimo trūkumas, kibernetinis saugumas ir pinigų plovimo bei terorizmo finansavimo grėsmės*.

Rinkos reguliavimo trūkumas

Europos Centrinis Bankas dar 2012 m. išleido ataskaitą apie kriptovaliutų naudojimą, jų keliamas grėsmes ir iššūkius. Visų pirma, ECB pabrėžė, kad tradicinės finansų institucijos, tame tarpe ir centriniai bankai, nedalyvauja kriptovaliutų kūrime – tuo užsiima privačios įmonės, taigi ir priežiūra,

kuri taikoma įprastoms finansinėms institucijoms, negalioja virtualių valiutų rinkai. Antra, kriptovaliutų rinka nėra tiesiogiai susijusi su valiutomis, turinčiomis legalios mokėjimo priemonės (angl. *legal tender*) statusą. Dėl to kriptovaliutos keitimas į tradicinę gali būti brangus ir sudėtingas, nes jis nėra reguliuojamas įstatymo. Trečia, kadangi kriptovaliutos yra denominuotos kitaip negu tradicinės, visiška kontrolė ir pasiūla yra tik jos kūrėjų rankose. Be to, ECB įspėjo, kad investuotojai rizikuoja prarasti visus pinigus, kadangi investicijos į kriptovaliutas, priešingai negu į tradicinį finansinį turtą, niekaip neapdraudžiamos (ECB, 2012).

2012 m. ataskaitoje ECB konstatavo, kad mažai tikėtina, jog virtualios valiutos galėtų kelti realią grėsmę finansinei sistemai ir kainų stabilumui, kadangi jos yra atsietos nuo pasaulinės ekonomikos, o jų pasiūla labai ribota. Vis dėlto, 2015 m. ECB ataskaitoje jau pastebimi griežtesni išpėjimai investuotojams, o ECB viceprezidentas Vitor Constancio netgi prilygino bitkoinus XVII a. Olandijoje kilusiai tulpių manijai (Reuters; 2017). Sparčiai besiplečiant kriptorinkai ir didėjant kriptovaliutų naudotojų skaičiui, ECB 2015 m. ataskaitoje identifikavo daugiau faktorių, keliančių riziką virtualių valiutų turėtojams:

- 1) *Skaidrumo trūkumas*. Kriptovaliutų funkcionavimo principai gali būti sunkiai suvokiami daliai naudotojų ir nėra iki galo aišku, kas atsakingas už informacijos pateikimą, dėl ko vartotojai gali nepakankamai įvertinti galimas rizikas ir kriptovaliutos fundamentalią vertę. Taip pat dėl skaidrumo trūkumo padidėja galimybė susidurti su sukčiavimu.
- 2) *Nereguliuojama prekyba*. Apie reguliavimo trūkumą ECB įspėjo jau 2012 m., tačiau šioje ataskaitoje pridėdama, kad neegzistuoja jokio kompensacijos mechanizmo, esant neautorizuotoms transakcijoms ar sukčiavimo atvejams. Be to, kvestionuojamas kriptokeityklų saugumas (saugumas plačiau aptariamas tolimesnėje šio darbo dalyje).
- 3) *Potencialios likvidumo ir tęstinumo problemos*. Kriptovaliutos kūrėjų bankroto atveju arba pardavėjams staiga atsisakius priimti kriptovaliutą kaip atsiskaitymo priemonę, ji taptų beverte ir nekonvertuojama į jokią kitą turtą.
- 4) *Priklausomybė nuo tinklo ir IT*. Kriptovaliutos yra labai priklausomos nuo informacinių technologijų: įsilaužimų atveju, sutrikus elektros tiekimui ar atsiradus nesklandumams su technine infrastruktūra, nėra vienos atsakingos šalies, kontroliuojančios šias rizikas.
- 5) *Anonimiškumas*. Kriptovaliutų naudotojai identifikuojami tik specifinio raktinio kodo pagalba, tačiau tikrasis savininkas išlieka anonimiškas, kas leidžia kriptovaliutomis naudotis nusikaltėliams.
- 6) *Volatilumas*. Didžiausiu trūkumu ECB nurodė kriptovaliutų kainos nepastovumą. Kriptovaliutų kainai būdingas kintamumas kelia didelį nerimą jos turėtojams, kurie tam tikru momentu turės arba išsikeisti savo turimas virtualios valiutos atsargas atgal į tradicinę valiutą, arba panaudoti

jas prekėms pirkti. Verslai, kurie naudoja kriptovaliutas, susiduria su išskirtine valiutine rizika ir yra stipriai jos veikiami, kas neišvengiamai atsiliepia ir vartotojams (ECB, 2015).

ECB konstatavo, kad dėl šių rizikų, ypatingai dėl didelių kainos svyravimų, kriptovaliutos atrodo labiau kaip investicinė ar spekuliacinė priemonė, o ne kaip patikimas mokėjimo įrankis.

Įvairių šalių vyriausybės su didesniu ar mažesniu optimizmu vertina kriptovaliutų perspektyvas, tačiau dauguma centrinių bankų laikosi panašios atsargios pozicijos dėl kriptovaliutų kaip ir ECB, įspėdami apie kriptorinkos reguliavimo trūkumą ir potencialią galimybę prarasti visus investuotus pinigus. Estijos centrinis bankas netgi prilygino kriptovaliutų prekybos principus Ponzi schemai (Teresienė; 2018). Kai kurių valstybių, pvz. Vokietijos, centriniai bankai pripažįsta kriptovaliutas kaip finansinį instrumentą, įpareigodami naudotojus mokėti mokesčius valstybei už jų pardavimą. Tačiau teisinė bazė visame pasaulyje labai nevienoda ir kriptovaliutos vertinamos įvairiai.

Centrinių bankų skaitmeninės valiutos

Nepaisant pagrįsto centrinių bankų atsargumo kriptovaliutų atžvilgiu, pasigirsta vis daugiau kalbų apie stabilią vertę garantuojančias kriptovaliutas (angl. *stablecoins*), kurios būtų išleidžiamos ir reguliuojamos centrinių bankų (dar kitaip vadinamas centrinių bankų skaitmeninėmis valiutomis, arba CBSV). Japonijos banko atstovai teigia, kad centriniai bankai visame pasaulyje privalo lanksčiai reaguoti į sparčią rinkos skaitmenizaciją, kad išliktų konkurencingais pinigų pasiūlos prasme (Reuters, 2020).

Tam, kad šalys galėtų įvesti CBSV, reikėtų įveikti nemažai iššūkių: tektų pakeisti įstatymus ir teisės aktus, įtraukti skaitmenines valiutas į savo investicinį portfelį bei iš naujo įvertinti aukso atsargų pasiskirstymą. Nepaisant to, Europos centrinis bankas bei kai kurių kitų šalių centriniai bankai (pvz. Šveicarijos, Japonijos, Singapūro ir Kanados) jau svarsto galimybę įvesti CBSV, o Švedijoje, kur grynųjų pinigų naudojimas sparčiai mažėja, vykdomas projektas „e-krona“ (Financial Times, 2019a). Anglijos banko valdytojas Markas Carney pasiūlė „sintetinės skaitmeninės valiutos“ idėją, kurią išleistų centriniai bankai kaip galimą JAV dolerio pakaitalą tarptautiniuose sandoriuose (Financial Times, 2019b). Tačiau, analitikų teigimu, CBSV lyderiu greičiausiai taps Kinijos Liaudies bankas (The Economist; 2020). Akademiniai tyrimai taip pat prielankiai vertina CBSV atsiradimą. Pavyzdžiui, Fernández-Villaverde ir kt. (2020), vertindami centrinių bankų skaitmeninių valiutų galimybes ir perspektyvas, teigia, kad kilus panikai rinkoje, CBSV galėtų užtikrinti daug didesnę kainos stabilumą negu komerciniai bankai. Be to, reguliuojamos skaitmeninės valiutos grąžintų kontrolę centriniams bankams – pinigų pasiūlos ir kiekybinio skatinimo (angl. *quantitative easing*) mechanizmai atsidurtų jų rankose ir leistų daryti tiesioginį poveikį finansų sistemai.

Saugumas ir kibernetinės atakos

Ankstesnėje šio darbo dalyje buvo aptartas kriptovaliutų veikimo principas ir blokų grandinės vaidmuo, užtikrinantis saugesnį duomenų perdavimą ir laikymą. Platus kriptovaliutų kasėjų tinklas, paremtas darbo įrodymo (angl. *proof of work*) sistema, įvertina kiekvieną atliekamą pavedimą ir įrašo jį į blokų grandinę, dėl ko išvengiama dvigubo išlaidumo (angl. *double spending*) problemos ir padirbti transakcijas tampa ypač sudėtinga. Nepaisant to, kol kas saugumo problemų nepavyko visiškai eliminuoti.

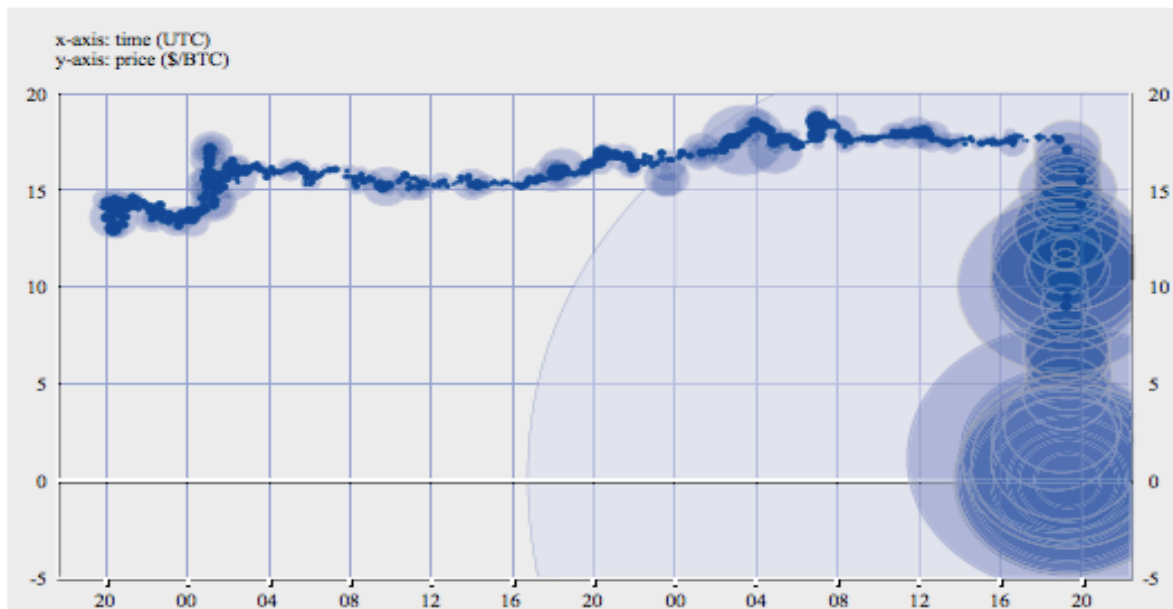
Finansų rinkoms tampant vis labiau ir labiau priklausomomis nuo informacinių technologijų, sukuriama palanki terpė kibernetinėms atakoms. Caporale ir kt. (2020), apžvelgdami duomenis už 2015-2019 m., pabrėžia, kad su laiku tiek kibernetinės atakos apskritai, tiek atakos, nukreiptos į kriptovaliutas, dažnėja ir intensyvėja. Kibernetinės atakos tapo tokiu rimtu iššūkiu finansų sistemai, kad atsirado poreikis ištirti jų poveikį rizikos vertei (angl. *value-at-risk*, arba VaR) (pvz. empirinis modelis, sukurtas Bouveret (2018)).

Žinoma nemažai atveju, kai sukčiavimo ar kenksmingos programinės įrangos pagalba pasisavinami virtualios piniginės prisijungimo raktai bei jose laikoma valiuta. Dažniausiai tai nutinka dėl šių priežasčių:

- 1) Kompiuteriai ir mobilieji įrenginiai gali būti užkrėsti kenkėjiška programa, atsisiųsta iš interneto arba jau suinstaliuota padirbtoje virtualios piniginės laikmenoje, kurią įsigijo naudotojas;
- 2) Elektroninės piniginės, skirtos su kriptovaliutomis susijusios informacijos saugojimui, dažnai valdomos mėgėjų, nesuprantančių saugaus slaptažodžių valdymo, kelių veiksmų autentifikavimo ir geros kompiuterinės higienos principų. Saugumas reikalauja nuolatinių atnaujinimų, sistemos pažeidžiamumų pašalinimo, stiprios antivirusinės programos bei ugniasienės. To neužtikrinant, elektroninės piniginės tampa lengvai prieinamos nusikaltėliams.
- 3) Tik dalis kriptovaliutų biržų ir platformų yra visiškai patikimos, bet nei viena nėra absoliučiai saugi, nes kriptovaliutų keityklos ir kasyklos nuolat patiria DDos atakas. Nuolatos tobulėjant nusikaltėlių naudojamoms technologijoms, keityklų bei piniginių savininkai turi būti budrūs ir atlikti prevencines saugumo patikras, tačiau dažniausiai nusikaltėliai juos aplenkia (Caporale ir kt., 2020).

Tiek didelės, tiek mažos kriptovaliutų kasyklos laiko kibernetines atakas rimta operacine rizika (Caporale ir kt., 2020). Nuo pat savo atsiradimo, kriptovaliutos tapo tokių atakų taikiniu dėl jiems būdingo naudos gavėjo anonimiškumo. Vienas pirmųjų rimtų smūgių investuotojų pasitikėjimui buvo suduotas 2011 m., kai kibernetinės atakos metu buvo sukompromituota viena kriptokeityklos „Mt. Gox“

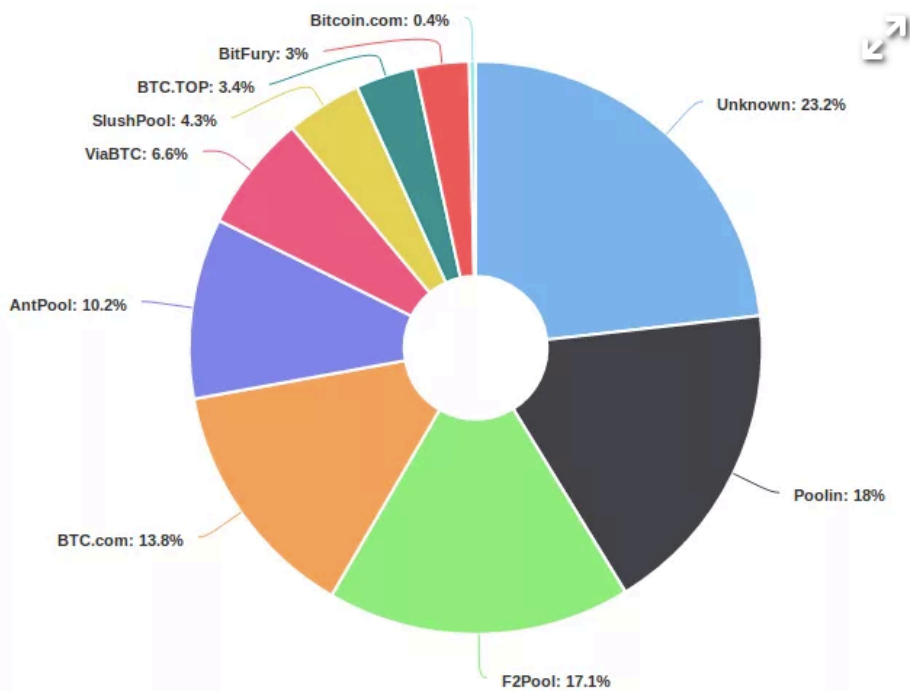
paskyra ir jos pagalba buvo pavogta 400 000 bitkoinų bei asmeninė naudotojų informacija. Kelių valandų bėgyje, bitkoino vertė smuko nuo tuomet buvusių 17,50 JAV dolerio iki 0,01 cento (žr. **1 paveikslą**). Dar garsiau nuskambėjo tos pačios prekybos biržos „Mt. Gox“ bankrotas 2014 m., dėl kurio buvo prarasta 850 000 bitkoinų (tuo metu vertų apie 450 milijonų JAV dolerių) (ECB, 2015:21).



1 paveikslas. Bitkoino kainos smukimas po „Mt. Gox“ atakos.

Šaltinis: ECB, 2015:21

Egzistuoja ir daugiau realių ir teorinių kriptovaliutų saugumo grėsmių (žr. **1 priedą**). Akademinėje literatūroje neretai minima vadinamoji 51% ataka (pvz. Battista ir kt., 2015, Beikverdi ir Song, 2015). Egzistuoja tikimybė, kad jei 51% kriptovaliutų kasimo atsidurtų vienos rankose, būtų sudaryta galimybė pakeisti visą blokų grandinės seką, taigi ir visiškai kontroliuoti, kurie pavedimai bus atliekami arba netgi padirbami (Gupta ir kt., 2020). Rinkoje jau galime išvelgti tokių kasimo centralizavimosi požymių. Du didžiausi kasimo centrai „Poolin“ ir „F2Pool“ užima atitinkamai 18% ir 17,1% rinkos šio darbo rašymo metu (žr. **2 paveikslą**). Vis dar nėra sutariama, kaip šią problemą reikėtų spręsti: dalis tyrėjų siūlo kurti protokolą, ribojantį bendrą autentikuojamo darbo kiekį (Decker ir kt., 2013, Luu ir kt., 2015), kiti siūlo protokolą, apribojantį skaičiavimo galią trečdaliu (Garay ir kt., 2015) arba ketvirtadaliu (Eyal ir kt., 2014). Tačiau net ir pasiekus sprendimą, tikėtina, kad kiltų sunkumų jį įgyvendinant, kadangi, kaip jau minėta, nėra vienos tarptautinės institucijos, atsakingos už tokio pobūdžio pokyčių pritaikymą ir reguliavimą.



2 paveikslas. Kasyklų centralizacijos požymiai.

Šaltinis: <https://www.blockchain.com/en/pools>

Pinigų plovimo ir terorizmo finansavimo grėsmė

Dalis naudotojų anonimiškumą nurodo kaip vieną pagrindinių kriptovaliutų privalumų, leidžiančių išvengti valstybės kišimosi bei asmeninių duomenų panaudojimo, dėl ko buvo ypač nuogąstaujama „Facebook“ iniciavus savo kriptovaliutos „Libra“ kūrimą. Iš kitos pusės, anonimiškumas yra naudingas nusikaltėliams, kuriems kriptovaliutos padeda paslėpti pinigų kilmę, tikrąjį naudos gavėją, išvengti mokesčių ir t.t. Tiek tarptautinės institucijos, tiek centriniai bankai visame pasaulyje mėgina įvesti tam tikrus kontrolės mechanizmus, skirtus pažaboti šias grėsmes.

Finansinių veiksmų darbo grupė kovai su pinigų plovimu bei terorizmo finansavimu (FATF), viena įtakingiausių tarptautinių institucijų kovojančių su finansiniais nusikaltimais ir terorizmu, 2014 m. išleido ataskaitą, apibrėžiančią potencialias pinigų plovimo ir terorizmo finansavimo grėsmes (PP/TF), kurias sukelia virtualios valiutos. FATF nurodo, kad nors naujos technologijos, produktai ir paslaugos gali paskatinti didesnę visuomenės įsitraukimą į finansinių produktų naudojimą, taip pat sukuriama palankios galimybės nusikaltėliams ir teroristams plauti gaunamas pajamas ar finansuoti neteisėtą veiklą. Be to, FATF (2019) išleido 40 rekomendacijų, skirtų valstybėms, siekiančioms užkirsti kelią nelegaliam virtualių valiutų panaudojimui. FATF nurodo tris virtualių valiutų savybes, dėl kurių jos ypač pažeidžiamos pinigų plovimo ir terorizmo finansavimo atžvilgiu:

1) *Anonimiškumas*. Grynujų pinigų panaudojimas nusikalstamai veiklai yra dažnas reiškinys, nes kaip ir kriptovaliutos, jis suteikia tam tikrą anonimiškumą. Dėl to būtų galima teigti, kad kriptovaliutos suskaitmenino grynuosius pinigus, išsaugodamos šią savybę. Virtualios valiutos užtikrina didesnę anonimiškumą lyginant su tradiciniais atsiskaitymo būdais. Jomis galima prekiauti internete, su klientais dažniausiai palaikomas netiesioginis (t.y. ne fizinis) kontaktas, be to, pinigų kilmės ir jų siuntėjo identifikavimas dažniausiai nėra paremtas tarptautiniais „Pažink savo klientą“ principais.

2) *Decentralizacija*. Pagal savo struktūrą kriptovaliutų sąskaitos dažniausiai neturi įprastų kliento identifikavimo ženklų, kurie egzistuoja tradicinėse finansinėse institucijose (vardo ir pavardės, adreso ir pan.), be to, neegzistuoja centrinio serverio ar institucijos, per kuriuos būtų galima šiuos duomenis pasiekti. Kriptovaliutų protokolas nereikalauja, kad paskyra būtų susieta su realaus žmogaus tapatybe, taip užkertant priegią prie pilnos asmens transakcijų istorijos ir sukelia sunkumų identifikuojant įtartinę kliento elgesį.

3) *Globalumas*. Globalus virtualių valiutų prieinamumas taip pat padidina galimą pinigų plovimo ir nusikalstamos veiklos riziką. Prie kriptovaliutų sistemų galima prisijungti internetu ar telefonu, jas galima naudoti tarptautiniams ar vietiniams lėšų pavedimams atlikti. Kadangi atliekami pavedimai priklausomi nuo specifinės infrastruktūros, kuri dažniausiai būna išsidėsčiusi per kelias jurisdikcijas ir sistemas, jų priežiūra ir reguliavimas irgi tampa segmentuoti. Tai tampa ypač pavojinga tais atvejais, kai pavedimai vyksta per jurisdikcijas, neturinčias adekvačių kontrolės mechanizmų, arba kurios sistemingai pažeidžia tarptautinius pinigų plovimo ir terorizmo finansavimo prevencijos nuostatus. Tai skatina nusikaltėlius eksploatuoti šią kriptovaliutų silpnybę saviems tikslams (FATF, 2014).

Šiai dienai didžiausio masto nelegali veikla su kriptovaliutomis buvo užfiksuota interneto svetainėje „Silk Road“. Nuo 2011 iki 2013 m. ši svetainė padėjo įsigyti ar parduoti narkotikus, ginklus, pagrobtus tapatybės duomenis ir kitas paslaugas; be to, „Silk Road“ tarpininkavo padedant gabenti narkotikus, plaunant pinigus, organizuojant kibernetines atakas ir pan. Veikdama per slaptą tinklą „Tor“ ir kaip mokėjimo priemonę priimdama tik bitkoinus, ši svetainė padėjo naudotojams paslėpti savo tapatybę. Kadangi, kaip minėta, bitkoinų transakcijos identifikuojamos tik anonimiškų paskyrų pagalba, kurių skaičius nėra ribojamas, nusikaltėliai galėjo naudoti vis kitą paskyrą atsiskaitymui, taip ypač apsunkinant tikrojo pirkėjo tapatybės nustatymą.

„Silk Road“ atsiskaitymų sistema funkcionavo kaip savotiškas bitkoinų bankas. Kiekvienas naudotojas, įsigijęs bitkoinų keityklose, persivesdavo juos į savo „Silk Road“ sąskaitą, ir, atsiskaičius už paslaugas, svetainė pervesdavo pinigus iš pirkėjo paskyros į pardavėjo paskyrą. Kai nusikalstama veikla svetainėje buvo atskleista, JAV Teisingumo departamentas konfiskavo maždaug 173 991 bitkoiną, kurių tuometinė vertė rinkoje siekė apie 33,6 mln. JAV dolerių. Teigiama, kad „Silk Road“ iš

viso sugeneravo apie 1,2 milijardo JAV dolerių (daugiau nei 9,5 milijonų bitkoinų) pelno ir uždirbo apie 80 milijonų JAV dolerių iš komisinių mokesčių (FATF; 2014).

Akademiniai tyrimai atskleidžia, kad FATF rekomendacijos valstybėms yra savalaikės. Slattery (2014) pažymi, kad dėl kriptovaliutų mokesstinio neapibrėžtumo ir nevienodo jų traktavimo tarptautinėje teisėje padidėja mokesčių vengimo grėsmė. Be to, teigiama, kad net apie 46% visų transakcijų bitkoinais yra susijusios su nelegalia veikla (Foley, Karlsen ir Putninš; 2019). Skaičiavimams tyrėjai pasinaudojo duomenimis, kur buvo žinoma, jog valdžios institucijos konfiskavo bitkoinus dėl sąsajų su nelegalia veikla, ir sukūrę algoritmą analizavo duomenų klasterius. Buvo pastebėta, kad neteisėta veikla sudarė reikšmingą prekybos bitkoinais dalį: maždaug ketvirtadalis (26%) visų vartotojų ir beveik pusė (46%) bitkoinų operacijų yra susijusios su neteisėta veikla. Taip pat maždaug penktadalis (23%) visos operacijų vertės JAV doleriais ir maždaug pusė turimų bitkoinų atsargų (49%) siejamos su nelegalia veikla. Nepaisant to, Foley, Karlsen ir Putniš pažymi, kad nelegalios veiklos kiekis su laiku sudaro vis mažesnę procentinę dalį nuo visų pavedimų. Tyrėjai tai paaiškina didėjančiu susidomėjimu bitkoinais kaip investicine priemone, kas skatina didesnę legalių lėšų įsiliejimą į šią rinką. Vis dėlto, vertėtų pastebėti, kad Foley, Karlsen ir Putniš tyrimas apėmė laikotarpį tik iki 2017 m. balandžio mėnesio, todėl tikėtina, kad dėl didesnio visuomenės dėmesio kriptovaliutoms šiuo metu šis procentas galėtų būti mažesnis, ypač turint galvoje rekordines bitkoinų kainų aukštumas 2017 m. gruodį.

Saugumo iššūkiai nelieka nepastebėti ir Europos Sąjungos atsakingų institucijų. 2018 m. gegužės 30 d. Europos Sąjunga priėmė 5-ąją Pinigų plovimo prevencijos direktyvą, remdamasi aukščiau minėtomis FATF rekomendacijomis, o 2019 m. gruodį direktyvos nuostatai perkelti ir į nacionalinę Lietuvos teisę. Naujoji direktyva kreipia ypatingą dėmesį į anonimiškumo riziką kriptovaliutų rinkoje, į įpareigotų subjektų, atsakingų už pirkėjo tapatybės nustatymą, ratą įtraukiant:

- 1) Virtualių valiutų keityklų operatorius;
- 2) Depozitinių virtualiųjų piniginių operatorius;
- 3) Pirminį virtualios valiutos siūlymą (ICO, arba angl. *initial coin offering*) vykdančius asmenis.

Pagal naująjį įstatymą ICO iniciatoriais galės būti tik juridiniai asmenys, įsteigti Lietuvoje, arba ES valstybių narių ar užsienio valstybių juridinių asmenų filialai (Deloitte; 2019). Visi šie subjektai įsigaliojus įstatymui privalės įdiegti procedūras, nustatančias kliento ir tikrojo naudoto tapatybę, periodiškai peržiūrėti klientų transakcijas bei elgseną ir pan.

Taigi reguliavimo, saugumo ir PP/TF rizikos išlieka aktualios jaunoje kriptovaliutų rinkoje, nors nacionalinės ir tarptautinės institucijos imasi vis griežtesnių veiksmų joms mažinti. Jeigu kriptovaliutų populiarumas ir toliau išliks didelis, tikėtina, kad reguliacinė aplinka taps vis griežtesnė tiek nacionaliniu, tiek tarptautiniu mastu.

1.3 Kriptovaliutų rinkos efektyvumas, fundamentali vertė ir kainų burbulas

Rinkos efektyvumas

Prieš pereinant prie konkrečių faktorių, darančių įtaką kriptovaliutų kainai, būtų pravartu aptarti, kaip kinta kriptovaliutų kainos apskritai. Kadangi kriptovaliutos istoriškai egzistuoja neilgą laiką, atlikta santykinai nedaug tyrimų, skirtų nustatyti, ar kriptovaliutų kainų dinamika yra prognozuojama – kitaip tariant, sudėtinga atsakyti, ar kriptovaliutomis galioja efektyvios rinkos hipotezė, kuri teigia, kad kainos turėtų kisti atsitiktinai. Anot Fama (1970), efektyvi rinka – tai tokia rinka, kurioje kainos bet kuriuo metu pilnai atspindi visą prieinamą informaciją. Egzistuojant efektyviai rinkai, nėra prasmės ieškoti papildomos informacijos siekiant didesnio pelno, kadangi esama kaina atsižvelgia į visą įmanomą informaciją. Fama teigia, kad jei informacija pilnai prieinama kiekvienam rinkos dalyviui ir akcijos yra įkainojamos racionaliai, ateities pelningumas bus nenuspėjamas. Fama taip pat pateikė tam tikras sąlygas, kurios lemia kapitalo rinkos efektyvumą:

- 1) transakcijų kaštų perkant ar parduodant vertybinius popierius nebuvimas;
- 2) pilna informacija nemokamai prieinama kiekvienam rinkos dalyviui;
- 3) visi rinkos dalyviai vienodai suvokia esamos informacijos reikšmę dabartinei kainai ir ateities kainų pokyčių tikimybinį skirstinį.

Šios sąlygos nėra privalomos efektyviai rinkai, bet jos yra tam tikras efektyvumo indikatorius. Teoriškai kriptovaliutų rinka atitinka visas tris sąlygas. Transakcijų kaštų nebuvimas bitkoinų mokėjimuose jau aptartas ankstesnėje dalyje. Informacijos prieinamumas rinkos dalyviams užtikrinamas algoritmo – jo veikimo principas yra lengvai pasiekiamas dėl atviro kodo (angl. *open source*), todėl visi dalyviai žino, kaip ir kada keisis bitkoinų pasiūla ir atlygis už valiutos kasimą. Algoritmas pasitarnauja ir kaip bitkoinų reguliatorius, kadangi nėra centrinio banko ar kitos institucijos, formaliai įgaliotos daryti poveikį pasiūlai. Be to, visi rinkos dalyviai turi vienodas galimybes prisijungti prie transakcijų validavimo tinklo. Taigi, dėl šių priežasčių racionalus investuotojas turėtų suvokti ir potencialią informacijos įtaką ateities kainai.

Tačiau tyrėjai nepasiekia vieningo sutarimo dėl kriptovaliutų rinkos (ne)efektyvumo. Yra dvi skirtingos stovyklos, analizuojančios kriptovaliutų rinkos efektyvumo hipotezę. Dalis tyrėjų teigia, kad ji yra efektyvi arba iš dalies efektyvi. Pavyzdžiui, Carrick (2016) tyrimas atskleidė, kad bitkoinai yra efektyvesni už tam tikrų besivystančių rinkų valiutas ir siūlo bitkoiną naudoti kaip pagalbines priemones tose rinkose. Tiwari ir kt. (2018), ištyrę bitkoinų kainas 2010-2017 m., priėjo prie išvados, kad bitkoinų rinka, išskyrus tam tikrus laikotarpius, yra efektyvi. Brauneis ir Mestel (2018) taip pat nustatė, kad kriptovaliutų rinką (ypač bitkoino) yra silpnai efektyvi ir bitkoino kainų pokyčiai yra mažiausiai

nuspėjami iš visų 73 valiutų įtrauktų į tyrimą. Cheung ir kt. (2015), išanalizavę „Mt Gox“ kriptovaliutų keityklos žlugimo poveikį bitkoinų kainai, teigia, kad bitkoinų rinką charakterizuoja dideli volatilumo svyravimai, kas daro kriptovaliutų kainas neprognozuojamas. Dwyer (2014) savo tyrime palygino keleto kriptovaliutų vertę iki 2014 m. su tarptautine valiutų bei aukso rinkomis, atsižvelgdamas į visų trijų rinkų standartinį nuokrypį. Dwyer rezultatai parodė, kad kriptovaliutų rinka pasižymi didesniu volatilumu lyginant su tarptautine valiutų rinka ir aukso rinka. Be to, jo teigimu, aukso rinka mažiau efektyvi už bitkoinų bent trumpuoju laikotarpiu.

Vis dėlto, antroji tyrėjų stovykla prieina prie kitokių išvadų. Caporale, Gil-Alana ir Plastun (2017) bent jau iš dalies paneigia šių tyrimų rezultatus. Apžvelgę keturių kriptovaliutų (bitkoino, Dash, Ripple ir Litecoin) kainų pokyčius 2013-2017 m. laikotarpyje, Caporale ir kt. nustatė, jog nurodytu laikotarpiu kriptovaliutų rinka yra neefektyvi (nors neefektyvumas ir mažėja). Taigi, tuo pačiu rinka galima manipuliuoti neįprastai didelėms gražoms generuoti. Cheah ir kt. (2018) daugiamatės analizės būdu tyrė dinaminę bitkoinų kainų priklausomybę įvairiose rinkose. Jų tyrimas atskleidė, kad istorinė atmintis (angl. *long memory*) randama tiek rinkose atskirai, tiek rinkų sistemoje, kas patvirtina informacinį bitkoinų rinkos neefektyvumą.

Bundi ir Wildi (2019) taip pat ginčija pirmosios stovyklos išvadas. Tyrimui pasitelkdami slenkančio vidurkio filtrą, klasikinį laiko eilučių modelį ir netiesinius neuroninius tinklus, jie prieina prie išvados, kad bitkoinų rinka ne tik yra neefektyvi, bet tampa vis mažiau ir mažiau efektyvia artėjant link tiriamojo laikotarpio imties pabaigos (2019 m. sausio mėn.).

Panašias išvadas padarė ir Krueckeberg ir Scholz (2020), analizuodami kriptovaliutų arbitražo galimybes tarp skirtingų kriptokeityklų 63 mėnesių laikotarpyje. Arbitražas yra labai glaudžiai susijęs su rinkos efektyvumo samprata. Efektyvios rinkos hipotezės šalininkai teigia, kad vienintelis būdas uždirbti daugiau nei nerizikinga graža yra prisiimant didesnę ekonominę riziką. Ši prielaida gali būti teisinga tik tada, kai rinkoje nėra arbitražo galimybių, kadangi efektyvi rinka visada nukreipia lėšas jų našiausiam naudojimui. Tačiau Krueckeberg ir Scholz rezultatai atskleidė, kad arbitražo galimybės bitkoinų rinkoje yra reikšmingos ir dėsningos: jomis pasinaudojus, būtų įmanoma ne tik padengti arbitražo kaštus, bet ir uždirbti potencialią 380 milijonų JAV dolerių gražą per 2017 m. ir pirmąjį 2018 m. ketvirtį. Be to, jie teigia, kad bitkoinų rinkos efektyvumas ilguoju laikotarpiu mažėja.

Taigi, nėra vieningo sutarimo, ar kriptovaliutų rinkos yra efektyvios – rezultatai ženkliai skiriasi priklausomai nuo tyrėjų pasirinktos metodologijos ir duomenų prieinamumo tiriamajam laikotarpiui. Tačiau galime įžvelgti, kad naujesni tyrimai labiau linksta atmesti efektyvios rinkos hipotezę. Kadangi kriptovaliutų rinka yra labai jauna ir besivystanti, istorinių duomenų prieinamumas yra ribotas. Todėl net pusės metų imties skirtumas gali kardinaliai pakeisti tyrimų rezultatus, nes prekybos kriptovaliutomis periodas kol kas vos siekia dešimtmečio ribą. Veiksniai darantys trumpalaikę įtaką kriptovaliutų kainai gali iškraipyti duomenis, ir tam tikri rezultatai, gauti tyrimo eigoje, galimai taptų

mažiau arba labiau reikšmingais dėl imties dydžio. Todėl naujesni tyrimai, atmetantys efektyvios rinkos hipotezę, ko gero, yra labiau patikimi.

Kripto valiutų kainų burbulas ir fundamentali vertė

Kripto valiutos vis dar nėra plačiai naudojamos kaip oficiali valiuta ir neįgijo legalios atsiskaitymo priemonės statuso daugumoje valstybių, tačiau nepaisant to, jų populiarumas nemažėja ir kasmet atsiranda vis daugiau ir daugiau altkoinų versijų. Investuotojai spėja, kad kadangi kripto valiutos pasiūla yra ribota, įsigiję ją dabar, vėliau galės parduoti didesne kaina. Bitkoino kainai 2017 gruodį pakilus iki beveik 20 000 JAV dolerių už vienetą, privatūs investuotojai skubėjo pasinaudoti šia galimybe greitai užsidirbti. Tokia kainų dinamika kelia klausimą, ar kripto valiutų kaina yra jų potencialo, ar rinkoje egzistuojančio kainų burbulo pasekmė.

Kaip ir tradicinės valiutos, kripto valiutos turėtų įgyti tam tikrą vartotojų pasitikėjimo lygį. Be to, jos turėtų pačios iš savęs turėti fundamentalią vertę. Fantazzini ir kt. (2016) aptaria du galimus bitkoino fundamentalios vertės apskaičiavimo būdus. Pirmasis paremtas kripto valiutos dydžiu ir apyvartumu rinkoje: bitkoino vertė apskaičiuojama visų pirma kaip atsiskaitymo priemonė, tuomet kaip spekuliacinio įrankio, ir gautas rezultatas susumuojamas. Skaičiuojant šiuo būdu, bitkoino fundamentali vertė straipsnio rašymo metu sudarė apie 1300 JAV dolerio už bitkoiną. Antrasis būdas paremtas ribiniais bitkoino išgavimo kaštais. Remiantis šiuo būdu, fundamentali bitkoino vertė turėtų būti lygi bent jau energijos kaštams, reikalingiems vieno bitkoino vieneto iškasimui. Fundamentali vertė turėtų didėti su kiekvienu bitkoino padalijimu, kadangi ir kaštai, tenkantys vienam vienetui, padidėja. Jeigu kasimo išlaidos pranoks bitkoino kainą, bitkoino algoritmas sureguliuos kasimo sudėtingumą, todėl ir po padalijimo ši veikla turėtų išsaugoti fundamentalią vertę ir likti pelninga.

Pagal savo apibrėžimą, valiuta turi atlikti tris pagrindines funkcijas:

- 1) Būti priimama kaip apskaitos vienetas;
- 2) Būti naudojama kaip atsiskaitymo priemonė;
- 3) Kaupti vertę (Dwyer; 2014).

Tačiau dažni ir stiprūs kripto valiutų, ypač bitkoinų, kainų svyravimai neatspindi nuolatinės fundamentalios pačios valiutos vertės, greičiau jie parodo, kad spekuliacinis faktorius yra reikšminga kainos sudedamoji (Dowd; 2014). Šis nepastovumas verčia kvestionuoti kripto valiutų kaip apskaitos vieneto vaidmenį, kadangi stipriai išreikštas spekuliacinis komponentas dažnai yra finansinio burbulo rinkoje požymis (Dale ir kt., 2005). Weber (2014) teigia, kad 2014 m. duomenimis, apie 70 % visų bitkoinų buvo laikoma neaktyviose paskyrose. Padėtis išlieka panaši ir šio darbo rašymo metu. Cituodami duomenų analitikos įmonės „Digital Asset Data“ ataskaitą, Bitcoin.com teigia, kad net 10,7

milijonų bitkoinų yra laikomi pasyviai ilgiau negu vienerių metų laikotarpį. Šiuo metu rinkoje cirkuliuoja 18,1 milijono bitkoinų, taigi pasyvių bitkoinų kiekis sudaro apie 60,5% nuo visos šios valiutos pasiūlos (Bitcoin.com; 2020). Šie skaičiai parodo, kad naudotojai, ko gero, labiau vertina bitkoiną kaip spekuliacinę investavimo priemonę, o ne apskaitos ar atsiskaitymo vienetą. Dėl to sudėtinga atsakyti, ar kriptovaliutos atlieka tris aukščiau minėtas valiutų funkcijas, ar vis dėlto dominuoja spekuliacinis elementas.

Anot Shiller (2014), spekuliacinius burbulus dažnai charakterizuoja savotiška socialinė epidemija, kylanti dėl socialinės psichologijos principų ir netobulos žiniasklaidos bei informacinių kanalų. Dale ir kt. (2005) spekuliacinius burbulus skirsto į racionalius ir neracionalius. Racionalūs burbulai gali formuotis dėl savaime išsipildančios pranašystės (angl. *self-fulfilling prophecy*), klaidingo fundamentalios kainos įvertinimo arba nesusijusių faktorių pridėjimu prie fundamentalios kainos vertinimo. Racionalūs burbulai susidaro tada, kai investuotojai tikisi pelningai parduoti ir taip pervertinamą turtą dar brangiau. Tuo tarpu iracionalūs burbulai susidaro, kai investuotojus motyvuoja psichologiniai faktoriai, neturintys nieko bendro su fundamentaliąja turto verte – pavyzdžiui, siekis eiti koja kojon su tendencijomis, prisitaikyti prie rinkos nuotaikų, perdėtai optimistiniai lūkesčiai ir pan. Šiuo atveju, ryšys tarp fundamentalios turto vertės ir jo kainos rinkoje yra iškreipiamas.

Panašu, kad kriptovaliutų rinkoje egzistuoja tiek racionalių, tiek iracionalių elementų, o akademinė literatūra patvirtina kainų burbulo egzistavimą. Cheah ir Fry (2015) analizavo bitkoinų kainų dinamiką 2010-2014 m. ir priėjo prie išvados, kad bitkoinų kainos pasižymi nelinijiniu eksponentiniu augimu, būdingu finansiniams burbulams. Tų pačių išvadų priėjo Geuder, Kintateder ir Wagner (2019), pasitelkę skirtingas tyrimų metodologijas negu Cheah ir Fry, ir į tyrimą įtraukdami kainų duomenis iki 2018 m. rugsėjo. Anot tyrėjų, šiuo laikotarpiu egzistavo keli subperiodai, kuriems būdingi finansinių burbulų bruožai, paskutinis kurių baigėsi 2018 m. sausį. Corbet, Lucey ir Yarovaya (2018) aptinka burbulų bruožų ne tik bitkoinų, bet ir Ethereum rinkoje. Svarbu paminėti ir Bouri, Shahzad ir Roubaud (2019) tyrimą, kurio metu siekta nustatyti ne tik ar finansiniai burbulai būdingi ir kitoms kriptovaliutomis be bitkoinų, bet ir patikrinti, ar tarp jų egzistuoja koreliacija. Tyrėjai teigia, kad kainų burbulai egzistuoja kiekvienoje iš dešimties į tyrimą įtrauktų kriptovaliutų. Visoms joms būdinga kainų dinamikos koreliacija, nors bitkoinas pasižymi silpnesne koreliacija su kitomis devyniomis kriptovaliutomis, negu kad šios koreliuoja tarpusavyje. Šis tyrimas ypač naudingas investuotojams, siekiantiems uždirbti iš spekuliacijos kriptovaliutomis, kadangi greitai reaguojant į rinkos naujienas, vienu metu galima priimti sprendimą pirkti ar parduoti dėl kelių kriptovaliutų iš karto, taip pasinaudojant keliais kainų burbulais didesniai pelnui sugeneruoti.

Hollekim ir Raa (2018) atlikti skaičiavimai taip pat patvirtina burbulo egzistavimą kriptovaliutų rinkoje, tačiau tyrėjai pažymi, kad yra keletas faktorių, kuriuos sudėtinga įvertinti skaičiais. Pavyzdžiui, neatlygintinas rinkos entuziastų įnašas į kriptovaliutų plėtrą, toks kaip naujienų portalai, skirti

kripto valiutoms, atviro kodo patobulinimai, konsultacijos ir panašiai galėtų pasitarnauti kaip kainos dedamoji. Be to, tyrėjų teigimu, nors kripto valiutos vis dar nėra visuotinai pripažįstama valiuta, jos turi didžiulį potencialą dėl savo pagrindinių privalumų, ypač dėl greičio ir atsparumo infliacijai. Prie Hollekim ir Raa argumentų dar būtų galima pridėti ir bankų bei valstybių vaidmenį – egzistuoja tikimybė, kad bankai ir valstybinės institucijos įvertins kripto valiutų potencialą ir prisidės įtraukiant jas į kasdienį naudojimą, todėl investuotojai atsižvelgia į šią tikimybę, įskaičiuodami ją į fundamentalią kripto valiutos vertę.

Apibendrinant, dauguma akademinų tyrimų teigia apie spekuliacinio burbulo egzistavimą tiek bitkoinų, tiek kitų kripto valiutų tarpe. Be to, šie spekuliaciniai burbulai tarpusavyje koreliuoja – į tai investuotojai turėtų atsižvelgti, siekdami didesnės grąžos. Vis dėlto, padidėja ir rizika prarasti investuotus pinigus, todėl svarbu objektyviai įvertinti fundamentalią kripto valiutos vertę bei jos potencialą.

1.4 Kripto valiutų kaina ir psichologiniai-socialiniai faktoriai

Spekuliacinių burbulų egzistavimas leidžia teigti, kad kripto valiutų rinką veikiama stipraus psichologinio-socialinio faktoriaus, darančio įtaką kainai. Dėl reguliavimo ir centralizacijos stygiaus, pagrindiniu informacijos šaltiniu kripto valiutų naudotojams tampa internetas, žiniasklaida ir ypač socialiniai tinklai. Informacijos paieška atlieka reikšmingą vaidmenį priimant investicinius sprendimus, ir viešai prieinamų kanalų, susijusių su kripto valiutomis, populiarumas gali pasitarnauti kaip tam tikras psichologinio-socialinio faktoriaus matmuo.

Dalis akademikų teigia, kad kripto valiutos kaina tiesiogiai priklauso nuo jos žinomumo tarp potencialių investuotojų. Šios tyrimu krypties pradininku laikomas Ladislav Kristoufek, 2013 m. išleidęs straipsnį apie „Google Trends“ ir „Wikipedia“ įtaką bitkoinų kainai. Anot Kristoufek (2013), bitkoinų kainos šuolis negali būti pakankamai paaiškintas įprastomis ekonominėmis teorijomis, tokiomis kaip ateities pinigų srautų, palūkanų ar perkamosios galios pariteto. Iš esmės, valiutos yra įkainojamos pasiūlos ir paklausos sąveika, kurios, savo ruožtu, yra veikiamos BVP, palūkanų normos, infliacijos, nedarbo ir kitų makroekonominių rodiklių. Tačiau virtualios valiutos, anot Kristoufek, nėra veikiamos šių faktorių: jų pasiūla yra arba jau fiksuota iš anksto, arba reguliuojama algoritmo. Taigi ir virtualios valiutos įsigijamos tik tam, kad vėliau galėtų būti parduotos brangiau, dėl ko kripto valiutų rinkoje dominuoja trumpalaikiai investuotojai ir spekuliantai. Kristoufek teigia, kad virtuali valiuta neturi fundamentalios vertės ir jos kaina kinta priklausoma tik nuo investuotojų tikėjimo jos augimu. Taigi investuotojų nuotaikos yra kritinis aspektas, lemiantis virtualių valiutų kainą. Investuotojų nuotaikoms matuoti Kristoufek pasirenka „Google Trends“ ir „Wikipedia“ paieškų trendus, kurie, jo teigimu, gerai atspindi investuotojų susidomėjimą. Tyrimui Kristoufek pasirinko bitkoiną kaip

didžiausią rinkos kapitalizaciją turinčią virtualią valiutą. Vektorinės autoregresijos modelio pagalba Kristoufek tyrė koreliaciją tarp bitkoino kainos bei žodžio „bitcoin“ paieškų „Google“ ir „Wikipedia“. Tyrimo rezultatai atskleidė stiprų priežastinį ryšį tarp paieškų skaičiaus ir bitkoino kainų. Tačiau Kristoufek pažymi, kad šis ryšys yra dvipusis: paieškų dažnis ne tik daro įtaką kainoms, bet ir kainos daro įtaką paieškų skaičiui. Šis dvipusiškumas būdingas finansiniams produktams, neturintiems fundamentalios vertės, dėl ko Kristoufek teigia, kad egzistuoja spekuliacinis kainų burbulas, plačiau aptartas ankstesnėje šio darbo dalyje. Be to, ryšys tarp bitkoinų kainų ir paieškų skaičiaus yra stiprus ir ilguoju laikotarpiu (Kristoufek; 2015).

Panašių išvadų kaip Kristoufek prieina ir kiti akademikai, pasitelkę kitokią tyrimų metodiką bei skirtingus laikotarpius. Dalis tyrimų parodė, kad paieškų skaičius padeda prognozuojant investuotojų elgesį trumpuoju (Kancs ir kt., 2015), vidutiniu (Phillips ir Gorse; 2017) arba ilguoju (ElBahrawy ir kt.; 2019) laikotarpiu, kadangi investuotojų susidomėjimas tiesiogiai daro įtaką kainai. Dastgir ir kt. (2019), ištyrę „Google Trends“ paieškų skaičių ir bitkoinų kainas 2013-2017 m., taip pat teigia, kad tarp jų egzistuoja dvipusis ryšys. Zhang ir kt. (2018) teigia, kad egzistuoja stipri koreliacija tarp bitkoino kainos ir „Google“ paieškų, tačiau su laiku šis ryšys silpsta. Philippas ir kt. (2019) į savo tyrimą įtraukė ne tik „Google Trends“, bet ir socialinio tinklo „Twitter“ paieškų tendencijas, be to, į jų tyrimą įėjo tik laikotarpis nuo 2016 m. sausio iki 2018 m. gegužės, kuris, anot tyrėjų, pasižymėjo dideliu bitkoinų kainų volatilumu. Tyrimo rezultatai atskleidė gerokai stipresnį bitkoinų kainų ryšį su „Google Trends“ negu su „Twitter“. Philippas ir kt. prieina prie išvadų, kad „Google“ paieškos signalizuoja rinkos dalyvių informacijos poreikį, o „Twitter“ – informacijos pasiūlą, kadangi didžioji dalis „Twitter“ žinučių buvo diskusijos apie bitkoiną, tačiau ne pirminis informacijos šaltinis investuotojams.

Tačiau bitkoinas nėra vienintelė virtuali valiuta, kurią veikia paieškų skaičius ir socialiniai tinklai, panašių tendencijų akademikai aptinka ir alternatyvių kriptovaliutų rinkoje. Ray Li ir kt. (2019) teigia, kad netgi tos kriptovaliutos, kurios neturi jokio išskirtinio funkcionalumo, rinkos verte dažnai pranoksta net seniai žinomas įmonės, kurių akcijomis prekiaujama finansų rinkoje. Todėl eksponentinė kriptovaliutų plėtra yra mažmeninių investuotojų ir spekuliantų veiklos pasekmė, sukurianti burbulą rinkoje. Šiam teiginiui patvirtinti, Ray Li ir kt. analizavo „Twitter“ žinutes apie naują virtualią valiutą ZClassic (ZCL). Kadangi ZCL yra nauja kriptovaliuta, jos kaina turėtų būti jautresnė investuotojų nuotaikų atžvilgiu. Tyrėjai sukūrė algoritmą, klasifikuojantį kiekvieną „Twitter“ pranešimą apie ZCL kaip teigiamą, neutralų arba neigiamą. Algoritmas, tyrėjų teigimu, gana tiksliai nustatė žinutės klasifikaciją, nors ir nesugebėjo atpažinti sarkazmo tam tikrais atvejais. Išanalizavus 3,5 savaitių laikotarpį, tyrimo rezultatai atskleidė net 0,81 punkto koreliaciją tarp „Twitter“ pranešimų ir ZCL kainų pokyčių su 0,0001 reikšmingumo lygiu. Panašios tendencijos ir pasinaudojus duomenimis iš kitų socialinių tinklų, tokių kaip GitHub ir Reddit – Glenski, Weninger ir Volkova (2019) aptinka reikšmingą ryšį tarp šių tinklų ir Ethereum bei Monero kainų. Mohapatra ir kt. (2020) pritaiko „Twitter“ žinutes

kripto valiutų kainų prognozei realiu laiku, nors ir prideda, kad tikslesnės prognozės reikalauja įvertinti politines reformas, aukso ir akcijų kainas bei makroekonominis rodiklius. *Taigi socialinių medijų platformos gali būti gana tikslus alternatyvių kripto valiutų kainų pranašas bent jau trumpuoju laikotarpiu.*

Vertėtų paminėti ir psichologinius faktorius, darančius įtaką kripto valiutų kainai, tokius kaip baimė atsilikti nuo rinkos naujovių (FOMO, angl. *fear of missing out*). FOMO, anot kai kurių tyrėjų, skatina rinkos dalyvius priimti nebūtinai racionalius investicinius sprendimus, kurie daro įtaką kripto valiutų kainų šuoliams. Matydami visuotinį susidomėjimą kripto valiutomis, kiti, bijodami prarasti galimybę užsidirbti, taip pat skuba jas įsigyti. Krafft, Penna ir Pentland (2018) tyrimas patvirtina, kad baimė atsilikti turi reikšmingos įtakos virtualių valiutų kainai. Nurodydami, kad pagrindinė kainų šuolių priežastis yra investuotojų sprendimas pirkti ar parduoti, tyrėjai atliko eksperimentą, skirtą iširti, kiek imlūs yra investuotojai kitų žmonių prekybos elgsenai priimant sprendimus dėl kripto valiutų. Krafft, Penna ir Pentland sukūrė botus, kurie pusės metų bėgyje atliko daugiau nei šimtą tūkstančių pirkimo arba pardavimo sandorių kripto valiutomis, vertų mažiau nei vienas centas. Iš viso į tyrimą buvo įtraukta 217 skirtingų kripto valiutų. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad botų prekybinė veikla turėjo labai žymų, nors ir trumpalaikį, poveikį kitų investuotojų prekybos elgsenai.

Kita tyrėjų stovykla teigia, kad „Google Trends“ paieškų skaičius neturi įtakos kripto valiutų kainai, tačiau padeda prognozuoti kainų volatilumą. Aalborg ir kt. (2019) tyrimas atskleidžia, kad bitkoinų kainos iš esmės yra neprognozuojamos, o „Google Trends“ paieškų skaičius padeda iš dalies nuspėti prekybos bitkoinais apimtis, bet ne kainas. Tų pačių išvadų prieina ir Bleher ir Dimpfl (2019). Kadangi kripto valiutų rinka labai dinamiška ir greitai reaguoja į naują informaciją, tyrėjai analizavo kainų pokyčius kas valandą, kas dieną ir kas savaitę 2013-2018 m. laikotarpyje. Tyrimo rezultatai rodo, kad „Google Trends“ pasitarnauja prognozuojant kainų volatilumą, tačiau ne grąžas ar pačias kainas. Šiuo aspektu, kripto valiutos yra artimesnės akcijų, o ne valiutų rinkoms (Bleher ir Dimpfl; 2019).

Nepaisant to, kad dauguma tyrimų patvirtina ryšį tarp „Google Trends“ ir kripto valiutų kainų, nepavyko aptikti tyrimų, analizuojančių „Baidu“ paieškos tendencijų įtaką kripto valiutomis. „Baidu“ paieškų statistika yra svarbi dėl trijų priežasčių. Visų pirma, didžioji dalis „Google“ produktų 2010 m. pasitraukė iš Kinijos rinkos dėl nuolatinių trinčių su Kinijos vyriausybe, siekusia cenzūruoti paieškų rezultatus, o 2014 m. „Google“ Kinijoje buvo uždraustas apskritai. Tai padėjo išpopuliarėti kiniškai „Google“ alternatyvai „Baidu“, kuri dar prieš „Google“ pasitraukimą galėjo pasigirti 55% rinkos dalimi, o 2020 m. šis skaičius siekia jau apie 72% (Statista; 2020). Antra, nors prekyba kripto valiutomis ir pirminiai kripto valiutų siūlymai Kinijoje buvo uždrausti, net 65% visų pasaulio bitkoinų iškasama būtent Kinijoje (Forbes; 2019). Kinijos nacionalinė plėtros ir reformų komisija 2019 m. pradžioje paskelbė ketinanti įtraukti bitkoinų kasybą į draudžiamų pramonės šakų sąrašą, tačiau prezidentas Xi Jinpingas 2019 m. pabaigoje pranešė, kad tai neįvyks, kas paskatino tolimesni šio sektoriaus

suklestėjimą, vien per 2019 m. sugeneravusį 5,4 milijardo JAV dolerių pelno (Forbes; 2019). Trečia, Kinija buvo viena pirmųjų valstybių, pradėjusių priimti atsiskaitymus bitkoinais ir viešai skatinusi kriptovaliutų plėtrą. „Baidu“ ėmė priimti atsiskaitymus už tam tikras paslaugas bitkoinais dar 2013 m., nors po poros mėnesių tai buvo uždrausta Kinijos vyriausybės (Financial Times; 2013). Tačiau nepaisant valstybės kišimosi, investuotojų susidomėjimas kriptovaliutomis išlieka nepaprastai didelis, ir tikimasi, kad Kinija bus pirmoji, išleisianti oficialią valstybinę kriptovaliutą; be to, paliekama erdvės rasti naujoms virtualioms valiutoms, kurios atitinka Kinijos teisę (pvz., „Baidu“ sukurtas Xuperchain). Taigi kriptovaliutos išlieka nepaprastai populiarios vienoje didžiausių pasaulio rinkų, o dauguma internetinių paieškų ten atliekamos būtent „Baidu“ pagalba. Yra tyrimų, rodančių, kad „Baidu“ paieškos turi įtakos įmonių, kotiruojamų Kinijos akcijų biržose, kainoms (pvz. Fang ir kt., 2020), tad remiantis šioje dalyje įvardintais „Google Trends“ tyrimais, tikėtina, kad „Baidu“ paieškos galėtų turėti įtakos ir kriptovaliutų kainoms.

1.5 Kriptovaliutų kainos, makroekonomika ir reguliavimas

Kristoufek (2013) teigimu, kriptovaliutos funkcionuoja nepriklausomai nuo makroekonomikos rodiklių. Dar daugiau – kriptovaliutos neretai minimos kaip apsidraudimo instrumentas (angl. *hedging asset*), kurį investuotojai pasirenka kaip alternatyvą, siekdami apsidrausti nuo tradicinių finansinių rinkų nestabilumo. Akademinė literatūra dažnai įvardija virtualias valiutas kaip alternatyvią investiciją, funkcionuojančią atskirai nuo makroekonominių rodiklių, veikiančių akcijas ir obligacijas, dėl ko jos galėtų būti naudojamos investicinio portfelio diversifikavimui (Baur ir kt., 2018, Ji ir kt., 2018). Vis dėlto, taip pat būtų galima daryti prielaidą, kad nepalanki makroekonominė aplinka galėtų prisidėti prie kriptovaliutų kainų augimo, kadangi investuotojai teiks joms pirmenybę prieš tradicines finansines priemones ir valiutas, taip didindami paklausą bei, tuo pačiu, jų kainą. Be to, kriptovaliutų rinkos reguliavimas funkcionuoja makroekonominiame kontekste, kas gali turėti įtakos kainų svyravimui.

Kriptovaliutos ir makroekonominė aplinka

Egzistuoja dvi skirtingos stovyklos dėl makroekonominės aplinkos poveikio. Viena iš jų teigia, kad kriptovaliutų kainoms įtaką daro centrinių bankų vykdoma monetarinė politika. Yra įrodymų, kad monetarinė politika turi poveikį akcijų ir obligacijų kainai (pvz., Lobo; 2000), tačiau valstybių monetarinės politikos poveikis kriptovaliutomis tebėra mažai ištirtas. Centriniai bankai yra atsakingi už monetarinės politikos formavimą, kuri tiesiogiai veikia skolinimo sąlygas verslui ir vartotojams. Pavyzdžiui, Federaliniam rezervui perkant ar parduodant JAV išdo vertybinius popierius atviroje rinkoje, reguliuojama pinigų, esančių JAV bankų rezervuose, pasiūla. Federalinis rezervas perka išdo

vertybinius popierius, kad padidintų pinigų pasiūlą, ir parduoda juos, kad ją sumažintų, taigi FOMC (Federalinio atviros rinkos komiteto, kuris yra Federalinio rezervo dalis) pranešimai yra JAV pinigų politikos rodiklis. Corbet, McHugh ir Meegan (2017) sudarė GARCH modelį, į kurį buvo įtraukti JAV, ES, Jungtinės Karalystės ir Japonijos centrinių bankų pranešimai dėl kiekybinio skatinimo, ir rezultatai parodė, kad bitkoinų kaina žymiai veikiama šių pranešimų. Pyo ir Lee (2019) tyrė FOMC pranešimų ir trijų makroekonominių rodiklių – nedarbo, vartotojų kainų indekso ir tiekėjų kainų indekso – poveikį bitkoinų kainoms. Anot tyrėjų, makroekonominiai rodikliai nedarė jokio reikšmingo poveikio, kai tuo tarpu FOMC pranešimai veikė bitkoino kainas. Taigi, šie tyrimai rodo, kad bitkoinai yra pavaldūs tiems patiems monetariniams faktoriams kaip ir kitas turtas.

Kita tyrėjų grupė prieina priešingų išvadų. Dalis akademikų tyrė ekonominės politikos neužtikrintumo indeksą (EPU) ir kriptovaliutų kainas. Ekonominės politikos neužtikrintumo indeksas yra svarbus rodiklis investuotojams, ieškantiems informacijos apie vyriausybės ekonominius sprendimus, ir, finansinių rinkų nestabilumo atveju, indeksas gali paskatinti investuotojus pereiti nuo tradicinių prie virtualių valiutų (Demir ir kt.; 2018). Yen ir Cheng (2020) tyrimas parodė, kad tik EPU indeksas Kinijoje turi poveikį bitkoinų kainoms, kai tuo tarpu JAV, Japonijos ir Pietų Korėjos EPU tokio poveikio neturėjo. Nguyen ir kt. (2019) aptinka monetarinės politikos pranešimų Kinijoje poveikį keturioms didžiausioms kriptovaliutoms, tačiau šis poveikis nepastebėtas po JAV monetarinės politikos pranešimų. Tuo tarpu Vidal-Tomas ir Ibanez (2018) tyrė bitkoinų kainas 2011-2017 m. laikotarpyje ir jų sąryšį su Federalinio rezervo, Europos centrinio banko, Japonijos banko ir Anglijos banko monetarinės politikos pranešimais. Į tyrimą buvo įtraukta 39 skirtingi šių bankų pranešimai, kurie buvo suklasifikuoti kaip teigiami arba neigiami iš investuotojo į tradicines akcijų rinkas perspektyvos (iš viso 27 teigiami ir 9 neigiami pranešimai). Tyrėjų teigimu, bitkoino kaina nereaguoja į šių centrinių bankų pranešimus, tačiau pastebimas stiprus ryšys tarp bitkoinų kainų ir su bitkoinais susijusiomis naujienomis.

Kriptovaliutos ir naujienos

Kriptovaliutų rinkos naujienos yra pakankamai mažai ištirtos kainų įtakos atžvilgiu. Ribotas kriptovaliutų rinkų reguliavimas ir iš to kylančios grėsmės jau aptartos skyriuje apie rizikas. Griežtėjantis virtualių valiutų reguliavimas taip pat galėtų turėti įtakos ir kriptovaliutų kainoms, ypač turint galvoje, kad, kaip jau minėta, apie pusė visų transakcijų bitkoinais susijusios su nelegalia veikla. Dėl to būtų galima daryti prielaidą, kad griežtėjant reguliavimui, būtų apsunkinama kriptovaliutų pagalba vykdoma nusikalstama veikla, ir jų kaina turėtų atitinkamai kristi. Šiai prielaidai palankūs ir akademiniai straipsniai. Auer ir Claessens (2018) į savo tyrimą įtraukė iš viso 151 įvykį, susijusį su kriptorinkų reguliavimu bei analizavo jų poveikį bitkoino kainai 2015-2018 m. laikotarpyje. Bitkoino

kaina kilo po pozityvių pranešimų, tokių kaip teisinis kriptovaliutų kaip atskiros turto klasės pripažinimas, ir krito nuo neigiamų naujienų, tokių kaip pranešimai apie įvairius naudojimo ar prekybos ribojimus. Tuo tarpu Shanaev ir kt. (2020) kritikuoja Auer ir kt. tyrimą dėl pasirinkimo reguliacinius įvykius lyginti tik su bitkoino kaina, todėl į savo analizę jie įtraukia iš viso 300 skirtingų kriptovaliutų. 2017-2019 m. laikotarpyje tyrėjai apžvelgė iš viso 120 skirtingų naujienų poveikį jų kainoms. Tyrėjų teigimu, visos kriptovaliutos kainų kilimu reagavo tiek į teigiamas naujienas, ypač susijusias su kriptorinkos reguliavimo mažinimu, tiek kainų kritimu, ypač dėl naujienų, susijusių su griežtėjančia pinigų plovimo prevencijos kontrole ar keityklų reguliavimu. Taigi naujienos, anot šių tyrėjų, yra reikšmingas faktorius virtualių valiutų kainos pokyčiams.

Kriptovaliutos ir tradicinės turto klasės

Be ekonominės politikos ir reguliavimo, svarbu paminėti tyrimus, susijusius su kriptovaliutų ir tradicinių turto klasių palyginimu, kadangi kriptovaliutos neretai minimos kaip instrumentas tradicinių finansų rinkų nestabilumui atsverti.

Vėlgi, akademikai nesutaria, ar virtualių valiutų kainų dinamika artima akcijų, obligacijų, naftos, aukso ir t.t. kainoms, ar vis dėlto veikia visiškai nuo jų nepriklausomai. Bouri ir kt. (2017) teigia, kad bitkoinų kaina nekoreliuoja bent jau su Azijos rinkų indeksu, dėl ko ši kriptovaliuta galėtų būti naudojama kaip apsidraudimo instrumentas. Tačiau tyrėjai pastebi, kad jų analizuojamų laikotarpiu (2011-2015 m.) bitkoinų kainos pasižymėjo išskirtiniu volatilumu, kas galėjo paveikti rezultatus. Tiwari ir kt. (2019) teigia, kad priešingai negu akcijų rinkoje, finansinio sverto poveikis kriptovaliutų rinkoje yra nesvarbus ir jos elgiasi kitaip negu akcijos. Ji ir kt. (2018) į tyrimą įtraukė tam tikrų akcijų biržų grąžas, obligacijas, aukso kainą ir JAV dolerio kursą. Bendrai paėmus, bitkoinų kainos neturi žymaus ryšio su šiais objektais, tačiau ryšys stiprėja, kai kainos tradicinėse rinkose patiria nuosmukį. Tyrėjai prieina prie išvados, kad bitkoinų kainos ir šių turto klasių ryšys yra nuolatos besitęsiantis procesas, ir įvairių periodų analizė atskleidžia skirtingus rezultatus. Rognone, Hyde ir Zhang (2020) teigia, kad bitkoinų kainos elgiasi kitaip negu Forex rinka. Liu ir Tsivinsky (2018) taip pat neaptinka ryšių ne tik tarp bitkoinų, bet ir tarp Ripple, Ethereum bei akcijų, valiutų ir tauriųjų metalų kainų. Tuo tarpu, Dyhrberg (2016) teigia, kad egzistuoja ryšys tarp bitkoinų ir aukso kainų, o Van Wijk (2013) aptinka bitkoinų kainų koreliaciją su „Dow Jones“ indeksu, euro-dolerio kursu ir naftos kainomis.

Vis dėlto, būtų įdomu apžvelgti, ar kriptovaliutos koreliuoja su akcijų indeksais ir kitu įprastai laikomu saugia investicija turtu, tokiu kaip auksas ir akcijų indeksai, ilguoju laikotarpiu. Be to, nepavyko aptikti tyrimų, analizuojančių kriptovaliutų kainų ryšį su vietinėmis valiutomis tų šalių, kurios pasižymi dideliais infliacijos šuoliais (pavyzdžiui, Lotynų Amerikos šalys). Yra nuomonių, kad bent jau Argentinoje susidomėjimas bitkoinais išauga esant miglotai peso ateičiai (Moreno; 2016). Todėl būtų

svarbu patikrinti prielaidą, ar dideli vietinės valiutos infliacijos rodikliai daro poveikį kriptovaliutų kainoms.

1.6 Kriptovaliutų kaina ir endogeniniai faktoriai

Pagrindinis kriptovaliutų skirtumas nuo tradicinių valiutų yra technologinės savybės, tokios kaip jų išgavimo būdas, pasiūla, transakcijų validavimas, naudojimas ir t.t. Dėl to pagrįstai kyla klausimas, ar endogeninės ypatybės gali turėti įtakos virtualių valiutų kainai, ar jos įkainojamos panašiai kaip kitos valiutos ar akcijos, neatsižvelgiant į kriptovaliutų specifiką.

Hayes (2015) pažymi, kad nors kriptovaliutos ir yra virtualios, jos turi vertę dėl savo išgavimo būdo: kadangi kasimas reikalauja pajėgumų, elektros energija, reikalinga jai išgauti, prisideda prie kriptovaliutos vertės. Dėl to tyrėjas siūlo įkainojimo modelį, atsižvelgiantį į produkcijos kaštus. Tos pačios nuomonės laikos ir Jenssen (2014), kuris taip pat nustato, kad kompiuteriniai pajėgumai ir išgavimui reikalingi resursai sudaro kriptovaliutų vertę. Vėlesniame savo tyrime, Hayes (2017) identifikuoja tris pagrindinius kriptovaliutų vertės faktorius: laiką, reikalingą išgauti vienam kriptovaliutos blokui, algoritmo, reikalingo iškasti vienam blokui sudėtingumą, ir konkurencijos lygį tarp kriptovaliutos kasėjų. Jis pažymi, kad energijos kaštai veikė visų 66 į tyrimą įtrauktų kriptovaliutų kainas. Tyrėjas teigia, kad per sekantį bitkoinų padalijimą, grąža kasėjams sumažės, dėl ko ribiniai kaštai ir atitinkamai bitkoinų kaina pakils.

Hayes (2019) papildė savo ankstesnius tyrimus teigdamas, kad ribiniai kriptovaliutos išgavimo kaštai atlieką kritinį vaidmenį bitkoinų kainų formavime. Anot tyrėjo, nors 2017 m. rudenį bitkoinų rinkoje ir susiformavo kainų burbulas sprogęs 2018 m. pradžioje, tačiau bitkoinai nenustojo egzistuoti. Hayes kritikuoja pasisakymus apie nulinę fundamentalią bitkoinų vertę ir atmeta kitų tyrėjų teiginius apie egzogeninių faktorių įtaką kaip pagrindinių bitkoinų kainą lemiančių veiksnių. Anot Hayes, algoritmas apsaugo bitkoinus nuo nuvertėjimo – atsiradus didelei paklausai ir besiformuojant burbului rinkoje, algoritmas apsunkins bitkoinų išgavimo lygtis, o burbului sproguš, kaina atitinkamai nukris. Tačiau bitkoinų kaina niekada nenukris iki nulio, o tik iki ribinių bitkoinų išgavimo kaštų. Į tyrimą Hayes įtraukia bitkoinų kainas ir elektros suvartojimo kaštus. Tyrėjas pripažįsta, kad elektros energijos kainos visame pasaulyje skiriasi, todėl jis pasirenka vidutinę kainą, siekiančią 0,135 JAV dolerio cento už kilovatvalandę. Hayes aptinka stiprų ryšį tarp energijos kaštų bei bitkoinų kainų.

Tuo tarpu Kristoufek (2015) savo tyrime neaptiko koreliacijos tarp bitkoinų kainų ir algoritmo sudėtingumo (angl. *hash rate*). Kjærland ir kt. (2018) tyrime bitkoinų išgavimo algoritmo sudėtingumas neturėjo jokio poveikio kriptovaliutų kainai. Kadangi bitkoinų pasiūla jau iš anksto nulemta algoritmo, tyrėjai prieina prie išvados, kad bitkoinų kaina daro įtaką algoritmo sudėtingumui, o ne atvirkščiai, kadangi didėjant kainoms, didėja ir bitkoinų paklausa, taigi ir endogeniniai faktoriai neturi didelės

įtakos. Kaip ir Kristoufek, Kjærland ir kiti teigia, kad kainos daugiausiai veikiamos „Google Trends“ paieškų; be to, identifiikuotas ryšys tarp S&P 500 indekso ir bitkoinų kainos.

Kitas endogeninis aspektas yra prekybos kriptovaliutomis apimtis ir transakcijų dydis. Ciaian ir kt. (2016), Balciral ir kt. (2017), Koutmos (2018) aptinka koreliaciją tarp bitkoinų kainų ir transakcijų bitkoinais kiekiu. Vis dėlto, vertėtų pastebėti, kad stipriausias ryšys buvo aptiktas tais laikotarpiais, kai kriptovaliutų rinkoje vykdavo kibernetinės atakos, dėl ko tyrėjų aptiktas ryšys galėtų būti tik natūrali šių įvykių pasekmė. Yra duomenų, kad kriptovaliutų kainos reaguoja ne tik į transakcijų dažnį, bet ir jų dydį (Ante ir Fiedler; 2020).

Apibendrinant, panašu, kad kriptovaliutų kainos veikiamos ne tik ir ne tiek endogeninių faktorių, kiek endogeninių ir psichosocialinių faktorių sąveika. Svarbu paminėti, kad Hayes (2015, 2017, 2019) savo tyrimuose nediversifikuoja tarp elektros energijos kaštų skirtingose valstybėse, todėl pasirinktas kainos vidurkis nebūtinai atspindi vienodas sąnaudas kriptovaliutos iškasimui skirtingose pasaulio valstybėse. Kaip jau minėta, didžioji dalis bitkoinų kasyklų yra Kinijoje, kur elektros energijos kaina skiriasi nuo Hayes tyrimuose naudojamo pasaulio vidurkio, todėl algoritmo sudėtingumo rodiklis galėtų pasitarnauti kaip objektyvesnis matas, kuris turėtų tolygiau atspindėti algoritmo pagalbą reguliuojamos kriptovaliutos išgavimo kaštus.

Literatūros apžvalgos išvados

Dalis tyrimų, aptartų psichologinių-socialinių faktorių skyriuje, patvirtina „Google Trends“ paieškų poveikį kriptovaliutų kainai, tačiau nepakanka tyrimų, analizuojančių „Baidu“ paieškų įtaką. Kadangi Kinija yra išskirtinai svarbi rinka kriptovaliutomis, į tiriamąją dalį prasminga įtraukti ir „Google Trends“, ir „Baidu“ paieškų duomenys.

Akademikų tarpe nėra vieningos nuomonės, ar kriptovaliutos koreliuoja su akcijų indeksais ir kitu įprastai saugia investicija laikomu turtu, dėl to į tyrimą bus auksas ir S&P 500 bei Šanchajaus akcijų indeksai. Be to, nepakankamai atlikta tyrimų, analizuojančių kriptovaliutų kainų ryšį su vietinėmis valiutomis tų šalių, kurios pasižymi dideliais infliacijos šuoliais, todėl šio darbo tiriamoji dalis pamėgins atsakyti į šį klausimą į tyrimą įtraukiant infliacija pasižyminčias vietas valiutas. Tai padėtų patvirtinti arba paneigti prielaidą, kad pirmenybės teikimas kriptovaliutomis prieš vietines valiutas turi įtakos jų kainai. Galiausiai, nepakankamai ištirtas naujienų poveikis kriptovaliutų kainai. Šis aspektas bus tiriamas papildant Shanaev ir kt. (2020) turimus duomenis.

Šis darbas taip pat pamėgins atsakyti, ar kriptovaliutos išgavimo kaštai turi poveikį kainų pokyčiams, į tyrimą įtraukiant objektyvesnį rodiklį nei elektros kainos - išgavimo sudėtingumo rodiklį.

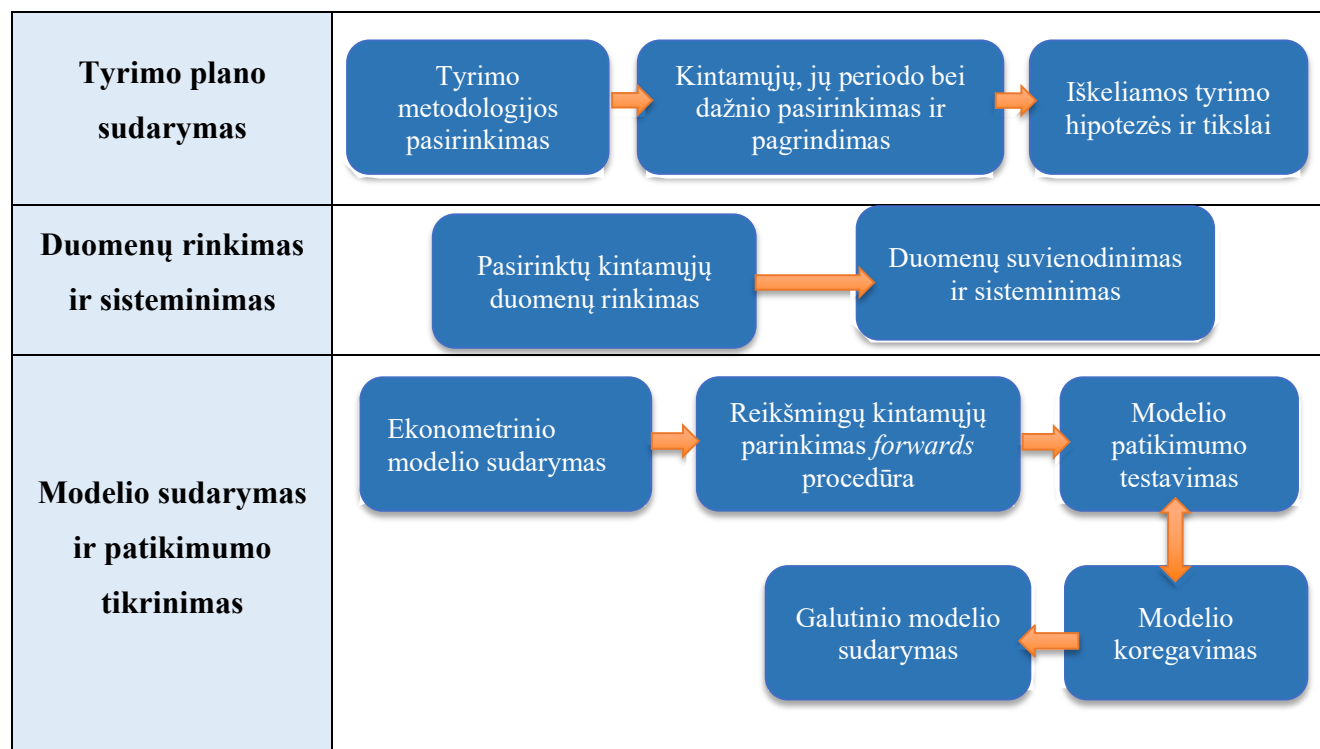
2 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMO METODOLOGIJA

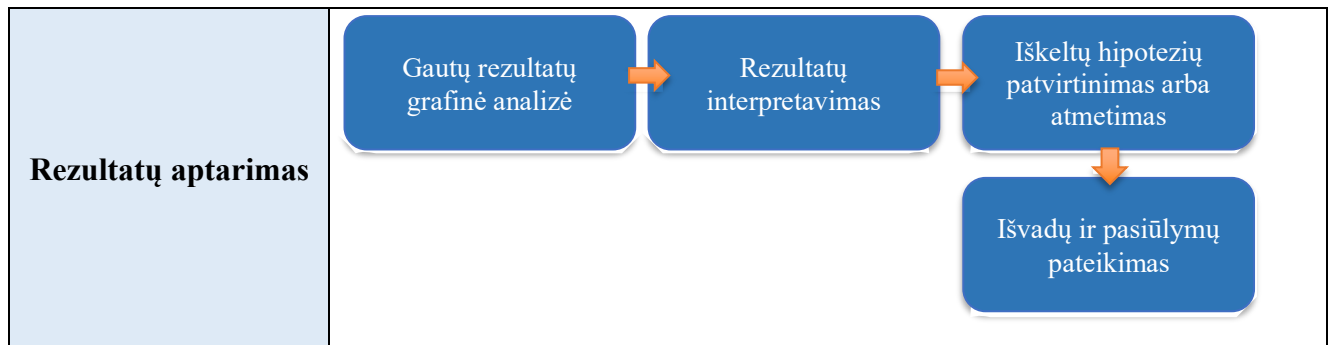
2.1 Kripto valiutų kainų veiksnių tyrimo planavimas ir eiga

Šio tyrimo tikslas – atskleisti pagrindinius kripto valiutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius. Coinmarketcap.com duomenimis, šio darbo rašymo metu pasaulyje egzistuoja virš 9000 skirtingų kripto valiutų, kurių kapitalizacija siekia \$1,751 trilijoną. Palyginimui, Niujorko vertybinių popierių biržos kapitalizacija sudaro apie \$24 trilijonus, o NASDAQ - \$17 trilijonų. Kripto valiutų kapitalizacija atrodo reikšminga net ir dviejų didžiausių akcijų biržų kontekste, todėl kripto valiutų kainos dinamikos suvokimas svarbus siekiant užtikrinti finansinių rinkų stabilumą bei investuotojų kapitalo saugumą. Be to, įvairių valstybių centriniai bankai vis drąsiau tiria kripto valiutų taikymo galimybes nacionaliniu mastu, tad tikėtina, kad kripto valiutų kainos dedamosios bei jos volatilumas taps dar aktualesniu diskusijų objektu.

Apačioje pateiktoje lentelėje nurodoma kripto valiutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo eiga.

2 lentelė. Tyrimo eiga





Šaltinis:. Sudaryta autorės, remiantis Brooks (2008)

2.2 Kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo metodologija

Dauguma akademikų, tyrusių kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius, naudojami klasikinės regresinės analizės modeliu, todėl bus atliekamas kiekybinis tyrimas, kuriam atlikti bus sudaromas klasikinis tiesinės regresijos modelis (KTRM) remiantis mažiausių kvadratų metodu (MKM). Skaičiavimai bus atliekami pasitelkiant **Eviews 11** programinę įrangą.

Mažiausių kvadratų metodo principu sudarytas modelis siekia aptikti tokias koeficientų reikšmes, kad nuokrypių kvadratų suma būtų kuo mažesnė. Šio modelio įverčiai turi mažiausias dispersijas, o rezultatai būna lengvai palyginami su sudėtingesnių modelių išvadomis.

Empirinio modelio reikalavimai ir prielaidos

Statistiškai patikimas empirinis modelis turėtų būti teoriškai interpretuojamas ir turintis teisingus koeficientus. Šio tyrimo atveju, klasikinis tiesinės regresijos modelis padės nustatyti sąryšį tarp priklausomojo kintamojo – kriptovaliutų kainos – bei pasirinktų nepriklausomų kintamųjų. Paprastai nurodoma, kad patikimas ekonometrinis modelis turėtų:

- 1) Būti logiškai tikėtinas;
- 2) Atitikti egzistuojančias finansines teorijas, įskaitant ir atitinkamus parametrų apribojimus;
- 3) Gebėti paaiškinti skirtingų ir konkuruojančių modelių rezultatus;
- 4) Priklausomas kintamasis (y) turi būti atsitiktinis (stochastinis), t.y. turėti tikimybinį pasiskirstymą, o nepriklausomi kintamieji (x) turi būti pastovūs (determinuoti) (Brooks; 2008).

Be to, ekonometrinis modelis turi atitikti šias klasikinės tiesinės regresijos modelio prielaidas:

- 1) Priklausomas kintamasis y bei regresoriai yra intervaliniai;
- 2) Paklaidų vidurkiai lygūs nuliui;
- 3) Laiko eilučių duomenys yra homoskedastiški (t.y. visų paklaidų dispersijos lygios);

- 4) Regresoriai nėra multikolinearūs;
- 5) Duomenyse nėra išskirčių (Čekanavičius ir Murauskas; 2014).

Šio tyrimo empirinis modelis bus konstruojamas priklausomybes užrašant pagal standartinę tiesinės regresijos modelio lygtį:

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

Lygtyje priklausomas kintamasis y žymi sąlygą, kurią modelis siekia įvertinti, α – konstanta, kuriai esant regresija kerta Y ašį, β - koeficientas, nurodantis regresijos tiesės statumą ir regresoriaus jautrumą pokyčiams, ε žymi liekamąją paklaidą, k – nepriklausomų kintamųjų skaičių, o x žymi nepriklausomą kintamąjį, kuris siekia paaiškinti y .

Laiko eilučių stacionarumas

Visų pirma, svarbu įsitikinti, kad turimų laiko eilučių savybės nepriklausomos nuo laiko ir yra pastovios, t.y. nedemonstruoja sezoniškumo ar tendencijų. Stacionarumui patikrinti bus naudojamas papildytasis *Dickey-Fuller* testas. Dauguma ekonominių ir finansinių laiko eilučių demonstruoja tendencingą elgesį arba nestacionarumą, pavyzdžiui, nestacionarios būna turto kainos, valiutų kursai, ir kiti makroekonominiai rodikliai. Testo rezultatams parodžius nestacionarumą, duomenys bus transformuojami pagal pirmo arba antro lygio skirtumo logaritmavimą.

Determinacijos koeficientas

Sudarius pradinį modelį, svarbu įsitikinti, kad jis geba paaiškinti nepriklausomojo kintamojo pokyčius. Determinacijos koeficientas (r kvadratas) yra svarbiausias rodiklis, vertinantis modelio atitikimą turimiems duomenims. R kvadratas palygina skirtumus tarp priklausomojo kintamojo y reikšmių, kai atsižvelgiama į sudarytą regresijos modelį, su skirtumais tarp reikšmių, kai į šį modelį nėra atsižvelgiama:

$$R^2 = 1 - \frac{\text{Nepaaiškintas pokytis}}{\text{Visas pokytis}}$$

Determinacijos koeficientas visuomet yra intervale $[0; 1]$, ir didesnė jo reikšmė indikuoja geresnį modelio tinkamumą. Jeigu reikšmė nesiekia 0.25, modelis paaiškina tik labai nedidelę priklausomojo kintamojo dalį, o jeigu reikšmė siekia 0.8, teigiama, kad modelis gerai atitinka duomenis. Pataisytas r

kvadratas (angl. *adjusted r-square*) yra naudojamas tais atvejais, kai modelyje yra daug kintamųjų ir pakankamai nedidelis skaičius stebėjimų. Priklausomai nuo pasirinkto kintamųjų skaičiaus šiame tyrime, bus vertinamas r kvadratas arba pataisytas r kvadratas.

***Stepwise-forwards* procedūra**

Sukonstravus modelį su patenkinamu r kvadratu, toliau bus eliminuojami tie nepriklausomi kintamieji, kurie neturi statistiškai reikšmingo poveikio priklausomam kintamajam. Statistiškai reikšmingiems stebiniams nustatyti bus naudojama Eviews programos *stepwise-forwards* procedūra. *Stepwise-forwards* metodas dažnai naudojamas norint atlikti pirminį kintamųjų tinkamumo modeliui atrinkimą, kai modelyje egzistuoja daug pirminių kintamųjų. Ši procedūra padeda eliminuoti tuos nepriklausomus kintamuosius, kurie neturės didelio ryšio su priklausomu kintamuoju y . Ši procedūra taip pat tinkama, kai tikimasi, kad modelyje egzistuoja multikolinearumo problema (Brooks; 2008).

„Stop“ kriterijumi bus pasirinkta p reikšmė lygi 0.2. *Stepwise-forwards* procedūra pradama be jokių papildomų kintamųjų regresijoje, tuomet pridedamas kintamasis su mažiausia p reikšme. Vėliau pridedamas sekantis kintamasis su mažiausia p reikšme, atsižvelgiant į jau pridėtą ankstesnį kintamąjį. Tuomet abu kintamieji tikrinami pagal pasirinktą p reikšmės kriterijų, ir tas kintamasis, kurio reikšmė viršija p kriterijų, yra pašalinamas. Atlikus pašalinimo veiksmą, pridedamas kitas kintamasis. Atliekant šį ir kiekvieną paskesnę modelio papildymą, visi anksčiau pridėti kintamieji tikrinami pagal atgalinį kriterijų, kol galiausiai visi nereikšmingi kintamieji yra pašalinami iš regresijos modelio. Procedūra laikoma užbaigta tuomet, kai visi neįtraukti regresoriai viršija pasirinktą p reikšmę.

Modelio testavimo būdo pasirinkimas

Egzistuoja du požiūriai į klasikinio tiesinės regresijos modelio konstravimą. Anot Hendry ir Richard (1982), patikimas modelis gali būti sudarytas tik tuo atveju, jeigu diagnostiniai testai atliekami „iš viršaus į apačią“, t.y. kai testuojamas tiek pirminis modelis, tiek koreguotas galutinis modelio variantas. Tyrėjai tikina, kad jei diagnostiniai testai atliekami tik galutiniam modeliui, rizikuojama, kad nebus atsižvelgta į pirminio modelio trūkumus, dėl ko gali nukentėti galutinio modelio patikimumas.

Tuo tarpu Koopmans (1937) teigimu, ekonometrinis modelis turėtų būti konstruojamas „iš apačios į viršų“, t. y. pradedant nuo paprasčiausio bazinio modelio, kuris vėliau palaipsniui koreguojamas, kad patikimiau atspindėtų realybę ir atitiktų prielaidas, o diagnostiniai testai atliekami tik galutiniam modeliui. Dalis akademikų teigia, kad Hendry ir Richard metodas nėra tinkamas modeliams su maža ar vidutine imtimi ir nedideliu stebinių skaičiumi, kadangi tokiais atvejais galima prieiti prie klaidingos išvados, kad nei vienas kintamasis nėra statistiškai reikšmingas, ypač jeigu jie

koreliuoja tarpusavyje (Brooks; 2008). Dėl šių priežasčių šiam tyrimui bus naudojama Koopmans metodologija, ir diagnostiniai testai atliekami tik galutiniam modeliui.

Klasikinės tiesinės regresijos prielaidų testavimas

- Autokoreliacijos prielaidos pažeidimas nepaslenka MKM modelio įverčių, bet MKM koeficientų dispersijos tampa klaidingos, o T ir F testai tampa negaliojančiais. Šios prielaidos pažeidimo testavimui bus naudojami *Durbin-Watson* ir *Breusch-Godfrey LM* testai ir sudaromos korelogramos.
- Multikolinearumo testas padeda nustatyti, kaip stipriai nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje. Tiesinio ryšio tarp modelio nepriklausomų kintamųjų egzistavimas padaro modelį netinkamu, kadangi modelio įverčiai tampa neobjektyvūs ir ypač jautrūs pokyčiams. Kintamųjų multikolinearumui nustatyti bus sudaroma koreliacijų matrica ir analizuojamas VIF (dispersijos mažėjimo daugiklis), kuris turėtų būti mažesnis už 10, kad galėtume teigti, jog multikolinearumo nėra ir modelis nepažeidžia prielaidos.
- Duomenų heteroskedastiškumo testavimui bus naudojamas *White* testas. Egzistuojant heteroskedastiškumui, MKM įverčiai taptų nebeteisingi. Pradinė testo hipotezė atmeta heteroskedastiškumo prielaidą, todėl tikimasi, kad p reikšmė bus didesnė už 0.05 reikšmingumo lygį.
- Viena iš klasikinės tiesinės regresijos prielaidų yra ta, kad liekanų pasiskirstymas yra normalus. Toks skirstinys taip pat vadinamas Gauso skirstiniu. Gauso skirstinio simetrijos ašis yra ties vidurkiu, o tikimybių pasiskirstymo kreivė yra dvipusiai simetriška. Liekanų skirstinio normalumui patikrinti bus naudojamas *Jarque-Bera* rodiklis, kurio p reikšmė turėtų būti didesnė už 0.05, kad būtų galima teigti, jog skirstinys normalus.

Tiesinės funkcijos formos tinkamumo testavimas

Sudarius modelį, reikėtų patikrinti, ar tiesinė funkcijos formą yra tinkama. Funkcijos formos tinkamumo patikrinimas bus atliekamas Ramsey RESET testo pagalba. Testas atliekamas sudarant pagalbinės regresijos funkciją. Pradinė hipotezė yra, kad tiesinė regresijos funkcija yra tinkama, todėl tikimasi, kad p reikšmė viršys pasirinktą 0.05 reikšmingumo lygį.

Tyrimo imtis ir dažnis

Kripto valiutų kainų svyravimą nuspręsta tirti laikotarpyje nuo 2016 m. sausio 1 dienos iki 2019 m. gruodžio 31 dienos. Dėl istorinių duomenų trūkumo bei sudėtingos prieigos prie tam tikrų kintamųjų

duomenų, bus renkami kassavaitiniai duomenys. Nurodytas laikotarpis iš viso apima 208 savaites, kurios bus įtrauktos į tyrimą.

2.3 Kintamųjų pasirinkimas ir pagrindimas

Coinmarketcap.com duomenimis, bitkoinai sudaro apie 60% visos kriptovaliutų rinkos kapitalizacijos, be to, jie turi didžiausią apyvartumą lyginant su kitomis kriptovaliutomis ir ilgiausią istorinių duomenų laikotarpį. Dėl šių priežasčių, tyrimo priklausomu kintamuoju pasirinktos būtent bitkoinų kainos.

Akademinėje literatūroje aptariami kriptovaliutų kainų svyravimą lemiantys faktoriai galėtų būti skirstomi į tris grupes: *psichologinius-socialinius*, *makroekonominius-reguliacinius* bei *endogeninius* faktorius. Iš kiekvienos iš šių grupių į modelį bus įtraukiami ją reprezentuojantys kintamieji, aptikti literatūroje, bei papildomi kintamieji, kurie literatūroje buvo aptarti nepakankamai arba neaptarti apskritai, bet potencialiai galintys daryti įtaką kriptovaliutų kainų svyravimams.

Psichologinių ir socialinių veiksnių kintamieji

Dėl reguliavimo ir centralizacijos stygiaus, pagrindiniu informacijos šaltiniu kriptovaliutų naudotojams yra internetas ir socialiniai tinklai. Kristoufek ir kitų akademikų tyrimai atskleidė, kad kriptovaliutos nekuria vertės pačios iš savęs, o yra tiesioginis viešojoje erdvėje vyraujančių lūkesčių atspindys. Investuotojai linkę priimti nebūtinai racionalius sprendimus dėl pirkimo ar pardavimo remdamiesi viešai prieinama informacija, dėl ko kiti investuotojai, nenorėdami atsilikti nuo rinkos tendencijų bei prarasti potencialiai didelės gražos, taip pat priima sprendimus pirkti ar parduoti kriptovaliutas, kas savo ruožtu veikia jų kainą.

Informacijos prieinamumas atlieka reikšmingą vaidmenį priimant investicinius sprendimus dėl kriptovaliutų. Viešai prieinamų informacinių kanalų, susijusių su kriptovaliutomis, rodikliai gali pasitarnauti kaip investuotojų susidomėjimo matmuo. Dėl to **į šį tyrimą bus įtraukiamos „Google Trends“ paieškos su žodžiu „bitcoin“.**

Duomenys imami iš www.trends.google.com. Pasirinktas paieškos regionas – visas pasaulis, laikotarpis - nuo 2016 m. sausio 1 d. iki 2019 gruodžio 31 d.

„Google“ pateikia paieškų duomenis indeksuojamus skalėje nuo 1 iki 100, kur 100 rodo didžiausią susidomėjimą nurodytu laikotarpiu. Laikotarpyje, įeinančiame į šį tyrimą, didžiausia reikšmę turi 2017 m. gruodžio 17-23 d. savaitė.

Nepaisant to, kad dauguma tyrimų patvirtina ryšį tarp „Google Trends“ ir kriptovaliutų kainų, nepavyko aptikti tyrimų, analizuojančių „Baidu“ paieškos tendencijų įtaką kriptovaliutoms. „Baidu“ paieškų statistika yra svarbi dėl trijų priežasčių.

Visų pirma, didžioji dalis „Google“ produktų 2010 m. pasitraukė iš Kinijos rinkos dėl nuolatinių trinių su Kinijos vyriausybe, siekusia cenzūruoti paieškų rezultatus, o 2014 m. „Google“ Kinijoje buvo uždraustas apskritai. Tai padėjo plisti kiniškai „Google“ alternatyvai „Baidu“, kuri dar prieš „Google“ pasitraukimą galėjo pasigirti 55% rinkos dalimi, o 2020 m. šis skaičius siekia jau apie 72% (Statista; 2020). Antra, nors prekyba kriptovaliutomis ir pirminiai kriptovaliutų siūlymai Kinijoje buvo uždrausti, net 65% visų pasaulio bitkoinų yra iškasama Kinijoje (Forbes; 2019). Trečia, Kinija buvo viena pirmųjų valstybių, pradėjusių priimti atsiskaitymus bitkoinais ir viešai skatinusi kriptovaliutų plėtrą. „Baidu Group“ ėmė priimti atsiskaitymus už tam tikras paslaugas bitkoinais dar 2013 m., nors po poros mėnesių tai buvo uždrausta Kinijos vyriausybės (Financial Times; 2013).

Tačiau nepaisant valstybės reguliavimo, investuotojų susidomėjimas kriptovaliutomis išlieka nepaprastai didelis, ir tikimasi, kad Kinija bus pirmoji, išleisianti oficialią valstybinę kriptovaliutą; be to, paliekama erdvės rasti naujoms virtualioms valiutoms, kurios atitinka Kinijos teisę. Taigi kriptovaliutos išlieka nepaprastai populiarios vienoje didžiausių pasaulio rinkų, o dauguma internetinių paieškų atliekamos būtent „Baidu“ pagalba.

Yra tyrimų, rodančių, kad „Baidu“ paieškos turi įtakos įmonių, kotiruojamų Kinijos akcijų biržose, kainoms (pvz. Fang ir kt., 2020), tad remiantis šioje dalyje įvardintais „Google Trends“ tyrimais, tikėtina, kad ir „Baidu“ paieškos turės įtakos kriptovaliutų kainoms, todėl **į tyrimą bus įtraukiama „Baidu“ paieškų statistika su žodžiu „bitcoin“.**

Duomenys renkami iš <http://top.baidu.com/>. Kadangi „Baidu“ neindeksuoja duomenų, tam, kad jie būtų paprasčiau palyginami su „Google Trends“, duomenys bus pertvarkomi sulyginant skalę (žr. 3.1). Didžiausias „Baidu“ paieškų skaičius užfiksuotas 2017 m. gruodžio 25-31 d.

Įtraukus „Google Trends“ ir „Baidu“ paieškas, empirinis modelis atrodo taip:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \varepsilon \quad (1),$$

kur y – bitkoinų kaina, g – „Google Trends“ statistika, b – „Baidu“ statistika, α – konstanta, β - koeficientas, nurodantis regresijos tiesės statumą ir regresoriaus jautrumą pokyčiams, ε - liekamoji paklaida.

Makroekonominių ir reguliacinių veiksnių kintamieji

Saugios investicijos

Kripto valiutos neretai įvardijamos kaip apsidraudimo instrumentas, kurį investuotojai pasirenka kaip alternatyvą apsisaugojimui nuo finansinių rinkų nestabilumo bei didelių kainų šuolių. Akademinei literatūra dažnai mini virtualias valiutas kaip alternatyvią investiciją, funkcionuojančią atskirai nuo makroekonominių rodiklių, veikiančių akcijas ir obligacijas, dėl ko jos galėtų būti naudojamos investicinio portfelio diversifikavimui. Dėl šių priežasčių svarbu į tyrimą įtraukti saugia investicija laikomą turtą, kadangi jo kainos kritimas turėtų suponuoti sąlygas kriptovaliutų kainų augimui.

Į tyrimą bus įtraukiami saugia investicija tradiciškai laikomi **auksas** bei **JAV išdo obligacijos** (tyrimui pasirenkamos 10 metų trukmės JAV obligacijos). Duomenys pasirinktam laikotarpiui paimti iš „Yahoo Finance“. Aukso bei obligacijų kainos išreikštos JAV doleriais.

Papildžius empirinį modelį aukso kaina a ir obligacijų kaina o , lygtis atrodo taip:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \varepsilon \quad (2)$$

Akcijų indeksai

Akademikai neturi vieningos nuomonės dėl akcijų indeksų koreliavimo su kriptovaliutų kaina. Siekiant įvertinti, ar kriptovaliutų kainos yra veikiamos tų pačių makroekonominių rodiklių kaip akcijos, į modelį taip pat bus įtraukiami **„Standard and Poor’s 500“** („S&P 500“) ir **Šanchajaus akcijų indeksai**. Indeksų duomenys imami iš „Yahoo Finance“. „S&P 500“ indeksas išreikštas JAV doleriais, Šanchajaus indeksas nurodomas Kinijos juaniais.

Prie modelio pridedant „S&P 500“ indekso kintamąjį s ir Šanhajaus indekso kintamąjį h , modelis atrodo taip:

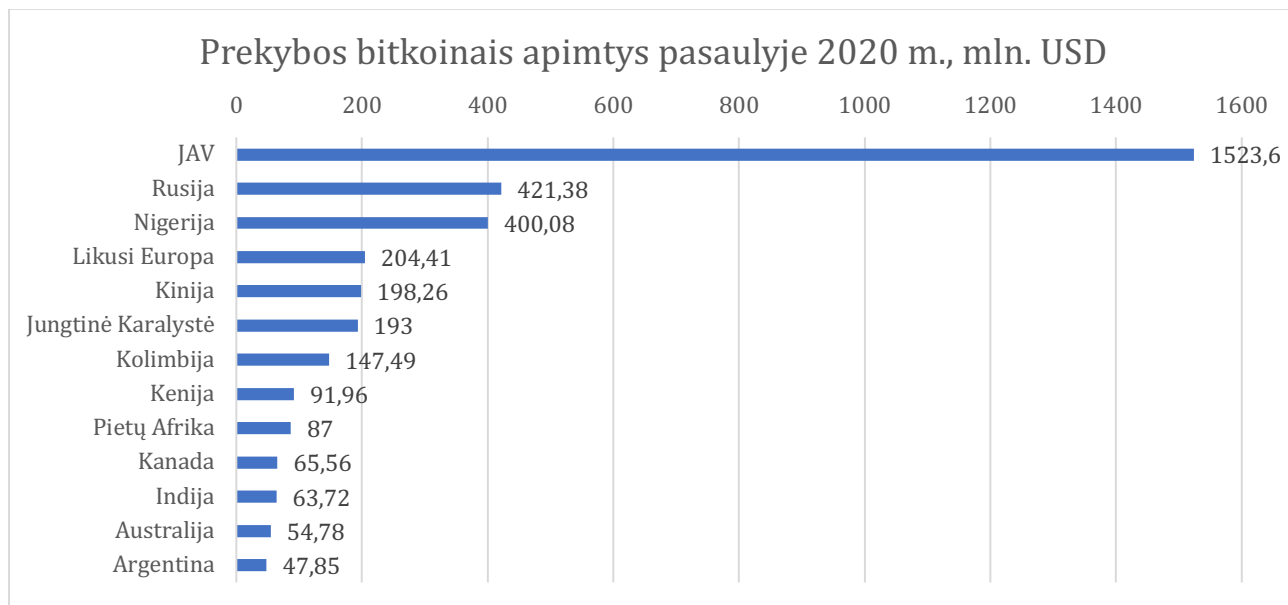
$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \beta_5 s + \beta_6 h + \varepsilon \quad (3)$$

Valiutos

Akademiniėje literatūroje egzistuoja nemažai tyrimų, analizuojančių valiutų kursų įtaką kriptovaliutų kainoms, bet visi jie tiria didžiausias pasaulio valiutas, pvz. euro/JAV dolerio ar svaro

sterlingo/JAV dolerio kursas. Yra pakankamai nedaug tyrimų, analizuojančių kriptovaliutų kainų sąryšį su vietinėmis valiutomis tų šalių, kurios pasižymi dideliais infliacijos šuoliais. Yra įrodymų, kad bent jau Argentinoje susidomėjimas bitkoinais išauga esant miglotai peso ateičiai (Cointelegraph; 2020). Didėjant infliacijos rodikliams Lotynų Amerikoje, kai kurie akademikai pažymi kriptovaliutų populiarėjimą tose rinkose (pvz. Cifuentes; 2019, Moreno; 2016).

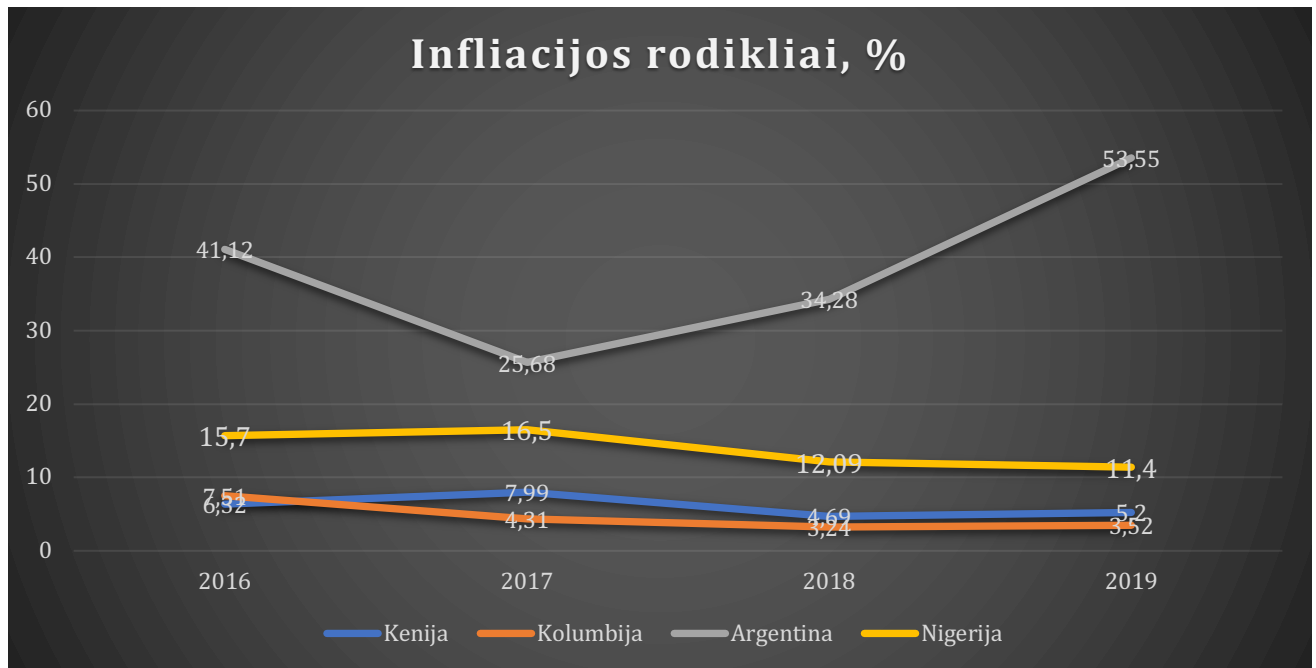
3 paveiksle pateikiamos šalys, turėjusios didžiausią prekybos bitkoinais apimtį 2020 m.



3 paveikslas. Prekybos bitkoinais apimtys pasaulyje.

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis statista.com duomenimis

Iš didžiausias prekybos apimtis turėjusių šalių pasirenkamos tos, kurios turėjo aukščiausius infliacijos rodiklius analizuojamu laikotarpiu – Kenija, Kolumbija, Argentina ir Nigerija (žr. **4 paveikslą**).



4 paveikslas. Inflacijos rodikliai.

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis statista.com ir Pasaulio banko duomenimis

Kadangi visų keturių valstybių infliacijos rodikliai analizuojamu laikotarpiu yra reikšmingi, į tyrimą bus įtraukiami **Kenijos šilingas, Kolumbijos pesas, Argentinos pesas ir Nigerijos naira**. Šios valiutos tyrime bus išreikštos JAV doleriais. Modelis papildomas šiais kintamaisiais:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \beta_5 s + \beta_6 h + \beta_7 k + \beta_8 c + \beta_9 r + \beta_{10} n + \varepsilon \quad (4),$$

kur k yra Kenijos šilingas, c – Kolumbijos pesas, r – Argentinos pesas, o n – Nigerijos naira.

Kripto valiutų naujienos

Su bitkoinais susijusios naujienos ir ypač griežtėjantis jų reguliavimas taip pat galėtų turėti įtakos bitkoinų kainos pokyčiams, nes, kaip aptarta 1.2 dalyje, kai kurie tyrimai rodo, jog apie pusė visų transakcijų bitkoinais susijusios su nelegalia veikla. Griežtėjant reguliavimui, būtų apsunkinama kriptovaliutų pagalba vykdoma nusikalstama veikla, ir jų kaina turėtų atitinkamai kristi. Dėl to į empirinį modelį bus įtraukiamos **reguliacinės naujienos**.

Ankstesnėje dalyje aptartas Shanaev ir kt. (2020) tyrimas atskleidė, kad reguliacinės ir kitos naujienos turėjo reikšmingą poveikį kriptovaliutų kainai, tačiau tyrėjai apžvelgė tik 2019 m. laikotarpį. Šio tyrimo tikslais, Shanaev ir kt. duomenys bus papildyti apimant 2016-2018 m. laikotarpį remiantis ta pačia duomenų rinkimo metodika. Iš patikimų šaltinių, tokių kaip „Financial Times“, „Reuters“,

„Bloomberg“ ir kiti., bus renkamos su kriptovaliutų reguliavimu susijusios naujienos. Kiekvienos dienos teigiamos naujienos, pavyzdžiui, „Kriptoplatforma gavo leidimą išleisti bitkoinų fjūčerius“, bus žymimos 1, neigiamos, pavyzdžiui, „Europos Komisija liepą svarstys bitkoino deanonimizavimą“, žymimos -1. Jeigu tą dieną neaptikta jokių naujienų arba jų poveikio neįmanoma nustatyti, ta diena bus žymima 0. Pilnas papildymų sąrašas ir jų klasifikavimas pridedamas **Priede 2**.

Siekiant suvienodinti stebinių dažnį su kitais kintamaisiais, dieniniai duomenys bus sumuojami kas 7 dienas (pvz. jei tam tikrą savaitę buvo trys neigiamos naujienos, viena teigiama ir tris dienas nebuvo jokių naujienų, ta savaitė įgis reikšmę -2).

Reguliacinių naujienų kintamąjį įvardijus j , lygtis atrodo taip:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \beta_5 s + \beta_6 h + \beta_7 k + \beta_8 c + \beta_9 r + \beta_{10} n + \beta_{11} j + \varepsilon \quad (5)$$

Endogeniniai kintamieji

Vienas pagrindinių kriptovaliutų skirtumų nuo tradicinių valiutų yra jų technologinės ypatybės, tokios kaip išgavimo būdas, pasiūlos ribotumas, transakcijų validavimas, ir pan. Dalies akademikų teigimu, būtent technologinės savybės ir dėl jų kylantys kaštai sudaro fundamentalią kriptovaliutos vertę.

Hayes tyrimai (2015, 2017, 2019) atskleidė, kad elektros energijos kaina turėjo įtakos bitkoino kainai, tačiau tyrėjas nediversifikuoja tarp elektros energijos kaštų skirtingose valstybėse, todėl pasirinktas kainos vidurkis nebūtinai atspindi vienodas sąnaudas kriptovaliutos kasimui skirtingose pasaulio valstybėse. Didžioji dalis bitkoinų kasyklų yra Kinijoje, kur elektros energijos kaina ženkliai skiriasi nuo Hayes tyrimuose naudojamo pasaulio vidurkio, todėl šis darbas pamėgins į tyrimą įtraukti objektyvesnį **algoritmo sudėtingumo rodiklį** (angl. *hash rate*), kuris turėtų tolygiau atspindėti išgavimo kaštus. Algoritmo sudėtingumo rodikliui didėjant, atitinkamai kyla ir kompiuteriniai resursai reikalingi vieno bitkoino išgavimui, kas reikalauja ir didesnių elektros energijos išteklių. Todėl šis rodiklis turėtų patvirtinti arba paneigti prielaidą dėl resursų kaštų įtakos bitkoino kainai. Algoritmo sudėtingumo duomenys imami iš <https://www.blockchain.com/charts/hash-rate>

Kitas endogeninis aspektas yra prekybos kriptovaliutomis apimtis. Daliai akademikų aptinkant koreliaciją tarp bitkoinų kainų ir transakcijų bitkoinais apimties, į tyrimą bus įtraukiamas ir **prekybos apimties rodiklis**. Duomenys imami iš <https://data.bitcoinity.org/markets/volume/>

Į tyrimą įtraukus algoritmo sudėtingumo rodiklį q ir prekybos apimtį v , gaunamas šis modelis:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \beta_5 s + \beta_6 h + \beta_7 k + \beta_8 c + \beta_9 r + \beta_{10} n + \beta_{11} j + \beta_{12} q + \beta_{13} v + \varepsilon \quad (6)$$

Žemiau pateikiamoje **3 lentelėje** nurodomi visi tyrime naudojami kintamieji.

3 lentelė. *Tyrime naudojami kintamieji*

Tipas	Kintamasis	Žymėjimas
Psichologiniai-socialiniai kintamieji	„Google Trends“ paieškos	<i>g</i>
	„Baidu“ paieškos	<i>b</i>
Makroekonominiai ir naujienų kintamieji	Aukso kaina	<i>a</i>
	10 m. JAV išdo obligacijos	<i>o</i>
	„Standard and Poor’s 500“ indeksas	<i>s</i>
	Šanchajaus indeksas	<i>h</i>
	Kenijos šilingas	<i>k</i>
	Kolumbijos pesas	<i>c</i>
	Argentinos pesas	<i>r</i>
	Nigerijos naira	<i>n</i>
	Reguliacinės naujienos	<i>j</i>
Endogeniniai kintamieji	Algoritmo sudėtingumo lygis	<i>q</i>
	Prekybos apimtys	<i>v</i>
Priklausomas kintamasis	Bitkoinų kaina	<i>y</i>

Šaltinis: sudaryta autorės

2.4 Tyrimo hipotezės ir uždaviniai

Siekiant iširti, ar aukščiau nurodyti veiksniai turi poveikį kriptovaliutų kainų svyravimui, buvo išsikeltos ir patikrintos šešios hipotezės:

1. H0: Tiriamuoju laikotarpiu „Google Trends“ ir „Baidu“ darė reikšmingą įtaką bitkoino kainai.
H1: Tiriamuoju laikotarpiu „Google Trends“ ir „Baidu“ nedarė reikšmingos įtakos bitkoino kainai.
2. H0: Tiriamuoju laikotarpiu aukso ir 10 m. JAV išdo obligacijų kaina darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai.
H1: Tiriamuoju laikotarpiu aukso ir 10 m. JAV išdo obligacijų kaina nedarė statistiškai reikšmingos įtakos bitkoino kainai.
3. H0: Tiriamuoju laikotarpiu „Standard and Poor’s 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksai darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai.

H1: Tiriamuoju laikotarpiu „Standard and Poor’s 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksai nedarė statistiškai reikšmingos įtakos bitkoino kainai.

4. H0: Tiriamuoju laikotarpiu keturių didelės infliacijos veikiamų valiutų kursai darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai.

H1: Tiriamuoju laikotarpiu keturių didelės infliacijos veikiamų valiutų kursai nedarė statistiškai reikšmingos įtakos bitkoino kainai.

5. H0: Tiriamuoju laikotarpiu reguliacinės naujienos darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai.

H1: Tiriamuoju laikotarpiu reguliacinės naujienos nedarė statistiškai reikšmingos įtakos bitkoino kainai.

6. H0: Tiriamuoju laikotarpiu algoritmo sudėtingumo lygis ir bitkoino pardavimo apimtys darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai.

H1: Tiriamuoju laikotarpiu algoritmo sudėtingumo lygis ir bitkoino pardavimo apimtys nedarė statistiškai reikšmingos įtakos bitkoino kainai.

Tyrimo tikslui pasiekti bei hipotezėms ištestuoti buvo išskirti šie uždaviniai:

1. Išanalizuoti virtualių valiutų veikimo ypatybes ir dėl jų kylančias rizikas, galinčias turėti įtakos kriptovaliutų kainai.
2. Apžvelgti akademinę literatūrą, aptariančią kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančius veiksnius, bei įvardinti jos spragas.
3. Suformuoti kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo metodologiją.
4. Remiantis literatūros apžvalga ir pasirinkta metodologija, atlikti kriptovaliutų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimą ir pateikti išvadas bei rekomendacijas.

3 KRIPTOVALIUTŲ KAINŲ SVYRAVIMĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMAS

3.1 Modelio testavimas ir koregavimas

Į Eviews programą importuojami visų kintamųjų duomenys. Kadangi „Google Trends“ paieškų skalė yra nuo 0 iki 100, tam, kad „Baidu“ paieškų duomenys būtų paprasčiau palyginami, pakoreguojama jų skalė. Tam sukuriamas naujas kintamasis, kur visos kintamojo reikšmės padalinamos iš didžiausios remiantis šia formule:

$$b = \text{baidu} / \text{max}(\text{baidu})$$

Iš visų 3 lentelėje nurodytų kintamųjų, laisvojo koeficiento α bei paklaidos ε Eviews programoje sudaroma tiesinės regresijos lygtis:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 a + \beta_4 o + \beta_5 s + \beta_6 h + \beta_7 k + \beta_8 c + \beta_9 r + \beta_{10} n + \beta_{11} j + \beta_{12} q + \beta_{13} v + \varepsilon \quad (6)$$

Visa skaičiavimų statistika pateikiama **3 priede**. Gauta statistika nurodo, kad modelyje liko 203 stebiniai (3 priedas, 1 pav.). Taikant regresinę analizę dažniausiai reikalaujama, kad r kvadratas būtų didesnis negu 0.25. Jeigu r kvadratas nesiekia 0.25, labai abejotina, ar tiesinės regresijos modelis tinka. Pirminės šio modelio aprašomosios statistikos rodo didelį determinacijos koeficientą, kuris siekia 0.899. Kadangi modelyje yra nemažai kintamųjų, atsižvelgiama ir į koreguotą r kvadratą, kuris yra 0.892, todėl galima teigti, kad modelis gerai atitinka duomenis.

Pirminiame modelyje tik Šanchajaus indeksas, Kolumbijos ir Kenijos valiutos yra statistiškai nereikšmingos. Esant 0.05 reikšmingumo rodikliui, reikšmingi yra „Baidu“ ir „Google Trends“ paieškos, aukso kaina, „S&P 500“ indeksas, JAV obligacijos, prekybos apimtys bei Nigerijos ir Argentinos valiutos. Kadangi naujienų kintamasis yra vienpusis, p reikšmė dalinama per pusę, ir todėl naujienos yra reikšmingos pasirinkus 0.10 reikšmingumo lygį.

Laiko eilučių stacionarumas

Tinkamiausio regresijos modelio tipo nustatymui pirmiausia sudaromos koreliacijos matricos tarp kintamųjų ir tikrinamas kiekvienos laiko eilutės stacionarumas. Tam atliekamas Didėjantis Dickey-Fuller testas, kur stacionarumas tikrinamas pirmame lygmenyje. Nulinė šio testo hipotezė yra ta, kad stacionarumas laiko eilutėje egzistuoja, todėl jeigu Dickey-Fuller testo statistika viršija 0.05, nulinės

hipotezės atmesti negalima ir duomenis reikės pertvarkyti logaritmų skirtumo, procentų ar kėlimo kvadratu pagalba, kitaip stacionarumo prielaida nebus patenkinama ir modelis bus nepatikimas. Kadangi dauguma kintamųjų yra makroekonominiai, laiko eilučių nestacionarumas yra tikėtinas.

Atlikus testą kiekvienam modelio kintamajam, nestacionarumas aptiktas visuose kintamuosiuose išskyrus b , t , ir g . Likusios nestacionarios laiko eilutės transformuojamos pagal pirmąjį logaritmų skirtumą. Duomenų transformacija atliekama pagal šią formulę:

$$\Delta R = \ln(R) - \ln(R_{t-1}),$$

kur ΔR – kintamųjų pokytis, R – kintamojo reikšmė tam tikru laiko periodu, t – laiko periodas.

Atlikus šiuos pakeitimus, Didėjantis Dickey-Fuller testas atliekamas pakartotinai. Visų kintamųjų laiko eilutės tapo stacionarios, dėl to į modelį bus įtraukiamos transformuotos laiko eilutės. Naujoji regresija atrodo taip:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 \Delta R a + \beta_4 \Delta R o + \beta_5 \Delta R s + \beta_6 \Delta R h + \beta_7 \Delta R k + \beta_8 \Delta R c + \beta_9 \Delta R r + \beta_{10} \Delta R n + \beta_{11} j + \beta_{12} \Delta R q + \beta_{13} \Delta R v + \varepsilon \quad (7)$$

Po šio pakeitimo tyrime liko 198 stebiniai, o r kvadratas nukrito iki 0,12 (3 priedas, 2 pav.). Šioje lygtyje statistiškai reikšmingi yra tik „Google Trends“ ir „Baidu“ paieškų kintamieji.

Autokoreliacija

Autokoreliacijos (serijinės koreliacijos) testas atliekamas tam, kad įsitikintume, jog kovariacija tarp modelio kintamųjų paklaidų yra lygi nuliui. Autokoreliaciją bus tiriama korelogramos ir Q statistikos bei Durbin-Watson ir Breusch-Godfrey testų pagalba.

Jeigu autokoreliacijos modelyje nėra, korelogramos Q statistika turėtų būti nereikšminga, p reikšmės aukštos, o autokoreliacija ir dalinė autokoreliacija turėtų būti kuo arčiau nulio. Sudarius korelogramą su 36 vėlavimais, matyti, kad pilnos ir dalinės autokoreliacijos įverčiai gana aukšti (0.223 autokoreliacija, 0.232 dalinė autokoreliacija esant vienam vėlavimui). Beveik visų vėlavimų Q statistika yra reikšminga, o p reikšmė nuo pirmo iki trylikto vėlavimo viršija 0.05 reikšmingumą, todėl panašu, kad korelogramos parodo autokoreliacijos buvimą (3 priedas, 3 pav.).

Toliau analizuojamas Durbin-Watson rodiklis. Durbin-Watson testas tiria pirmojo lygio autokoreliacija, t.y. ar autokoreliacija egzistuoja tarp esamos ir prieš tai buvusios vertės. Testo rezultatas gali būti patikimas tik tuomet, jei į modelį jau nėra įtraukta vėlavimų. Jeigu serijinės koreliacijos nėra, Durbin-Watson statistika turėtų būti apytiksliai lygi 2. Jeigu statistika yra ženkliai žemesnė negu 2,

egzistuoja teigiama autokoreliacija (blogiausiu atveju, ji artima nuliui). Jeigu modelyje egzistuoja neigiama koreliacija, statistika turėtų būti tarp 2 ir 4. Šio modelio Durbin-Watson rodiklis lygus 1.536, dėl ko būtų galima teigti, jog modelyje galimai egzistuoja teigiama autokoreliacija (3 priedas, 2 pav.).

Durbin-Watson testo ribotumas yra tas, jog jis tiria autokoreliacija tik $t-1$ periodu, o autokoreliacija su toliau esančiomis reikšmėmis lieka nežinoma. Tam, kad galima būtų galutinai nustatyti, ar paklaidos koreliuoja, pravartu atlikti ir Breusch-Godfrey testą, nes jo pagalba įmanoma įtraukti ir ilgesni vėlavimų skaičių,

Atliekamas Breusch-Godfrey testas įtraukiant du vėlavimus (3 priedas, 4 pav.). Šio testo nulinė hipotezė atmets autokoreliacijos tikimybę, o testo rezultatai vertinami pagal Chi kvadratu suderinamumo kriterijų – nesant autokoreliacijos, kriterijaus p reikšmė bus didesnė negu 0.05. Atlikus testą matyti, kad p reikšmė siekia tik 0.002, todėl nulinė hipotezė atmetama ir galima teigti, kad modelyje egzistuoja stipri autokoreliacija.

Jeigu autokoreliacija modelyje ignoruojama, koeficientai tampa neefektyvūs net ir esant didelėms imtims, dėl to kyla rizika prieiti prie klaidingų išvadų apie nepriklausomų kintamųjų reikšmingumą y pokyčiams. Esant teigiamai serijinei koreliacijai tarp modelio paklaidų, y ir x standartinė įvertinio paklaida gali būti dirbtinai numažinta lyginant su tikrosiomis standartinėmis paklaidomis. Tai reikštų, kad MKM neobjektyviai įvertina kintamumą ir tuo pačiu padidėja tikimybė atmesti teisingą modelio nulinę hipotezę. Be to, ignoruojama autokoreliacija dirbtinai išpučia determinacijos koeficiento reikšmes, kadangi paklaidų dispersija įvertinama klaidingai. Dėl šių priežasčių būtina atlikti modelio pakeitimus, kad autokoreliacijos būtų išvengta.

Priklausomo ir nepriklausomų kintamųjų vėlavimų įtraukimas į modelį galėtų ne tik padėti išvengti autokoreliacijos, bet ir pasitarnauti identifikuojant svarbią kintamųjų sąveikos dinamiką. Ekonominiuose tyrimuose įprasta, kad nepriklausomų kintamųjų poveikis priklausomam kintamajam pasireikštų su tam tikru vėlavimu, kadangi kai kurie ekonominiai faktoriai (pvz. nauja centrinių bankų politika) dažnai užtrunka atsiliepti, nes rinkos dalyviai ne visada geba įvertinti poveikį iš karto ir objektyviai. Be to, rinkos linkusios perdėtai reaguoti į geras ir blogas naujienas, dėl ko kainos gali reikšmingai svyruoti. Todėl vėlavimai yra aktualūs ir šio modelio kontekste, kadangi kriptovaliutos yra naujas ir tik pradamas reguliuoti produktas, dėl ko logiška tikėtis tam tikro poveikio uždelsimo. Vėlavimai aktualūs ir šiam tyrimui, dėl to svarbu nustatyti, kiek jų vertėtų pridėti prie naujos regresijos lygties.

Analizuojant korelogramą, nuspręsta į modelį įtraukti vieną vėlavimą kiekvienam modelio kintamajam. Shanaev ir kt. (2020) į tyrimą įtraukė du vėlavimus, todėl remiantis jų tyrimu, kintamajam j taip pat bus įtraukiami du.

Sudarius naują regresiją su vėlavimais, modelyje liko 193 stebiniai, o diagnostiniai testai atliekami iš naujo. Korelogramos Q statistika tapo nereikšminga, o visų 36 vėlavimų p reikšmės ženkliai

viršija 0.05 reikšmingumo lygį (mažiausia p reikšmė yra ties 31 vėlavimu ir siekia 0.516) (3 priedas, 5 pav.). Durbin-Watson testo rezultatas taip pat nurodo autokoreliacijos nebuvimą ir dabar yra lygus 2.04 (3 priedas, 6 pav.). Pakartojus Breusch-Godfrey testą, matome, kad Chi kvadratu suderinamumo kriterijaus p reikšmė dabar yra lygi 0.931, todėl galime patvirtinti nulinę hipotezę teigiančią, kad modelyje autokoreliacijos nėra (3 priedas, 8 pav.).

Stepwise-forwards procedūra

Įtraukus po vieną vėlavimą kiekvienam nepriklausomam kintamajam ir du vėlavimus kintamajam j , dabar regresijos lygtyje yra 27 nepriklausomi kintamieji, todėl vertėtų atlikti statistiškai nereikšmingų kintamųjų eliminavimo procedūrą, o gautam modeliui atlikti reikiamus diagnostinius testus. Tam bus naudojama 2.2 dalyje aprašyta *stepwise-forwards* procedūra, kur kriterijumi parenkama 0.2 p reikšmė (3 priedas, 7 pav.). Atlikus eliminavimo procedūrą, statistiškai reikšmingais tapo Argentinos pesas r su vienu vėlavimu (p reikšmė 0.01), algoritmo sudėtingumo lygis q beveik reikšmingas (p reikšmė 0.11), kriptovaliutų naujienos j reikšmingos su dviem vėlavimais (p reikšmė 0.11), „Google Trends“ paieškos g (p reikšmė 0.002), „Baidu“ paieškos b (p reikšmė 0.01) ir Šanchajaus akcijų indeksas h (p reikšmė 0.08).

Sudaramas naujas modelis su 6 statistiškai reikšmingais kintamaisiais:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 \Delta R h + \beta_4 \Delta R r_{t-1} + \beta_5 j_{t-2} + \beta_6 \Delta R q + \varepsilon \quad (8)$$

Autokoreliacija pakeistame modelyje

Sudaroma nauja korelograma, kurioje matyti, kad Q statistika yra nereikšminga, o visų 36 vėlavimų p reikšmės ženkliai viršija 0.05 reikšmingumo lygį (3 priedas, 9 pav.). Durbin-Watson rodiklis yra geresnis negu ankstesniame modelyje ir yra lygus 2.06 (3 priedas, 7 pav.). Atlikus Breusch-Godfrey testą iš naujo, Chi kvadratu suderinamumo kriterijaus p reikšmė dabar yra lygi 0.72 (3 priedas, 10 pav.), todėl pasitvirtina pradinė testo hipotezė – autokoreliacijos nėra.

Multikolinearumas

Tiesinės regresijos koeficientai atspindi vidutinį priklausomo kintamojo pokytį, kai nepriklausomas kintamasis pakinta vienu vienetu, o *visi kiti nepriklausomi kintamieji išlieka pastovūs*. Jei pastaroji sąlyga pažeidžiama ir nepriklausomi kintamieji koreliuoja tarpusavyje, taptų sudėtinga objektyviai įvertinti kiekvieno atskiro nepriklausomo kintamojo įtaką bitkoino kainai. Dėl

multikolinearumo šio modelio koeficientai gali smarkiai svyruoti ir tapti ypač jautrūs mažiausiems modelio pokyčiams. Be to, multikolinearumas daro įtaką koeficientų tikslumui, kas savo ruožtu iškreipia statistinį kintamųjų reikšmingumą, dėl to svarbu įsitikinti, kad kintamieji nekoreliuoja tarpusavyje. Multikolinearumas bus tikrinamas analizuojant kintamųjų tarpusavio koreliaciją ir dispersijos infliacijos koeficientą (angl. *variance inflation factor*, arba VIF).

VIF matuoja, kiek nepriklausomas kintamasis yra veikiamas (arba padidinamas) kitų nepriklausomų kintamųjų. Koeficiento mažiausia reikšmė yra 1, o didžiausios reikšmės jis neturi. Paprastai teigiama, kad VIF reikšmei esant tarp 1 ir 5, egzistuoja nedidelė koreliacija, tačiau ji nereikalauja imtis korekcinų priemonių. Koeficiento reikšmei esant 10 ir daugiau, multikolinearumo problema modelyje yra didelė, o koeficientų reikšmės abejotinos.

Modeliuose, kuriuose yra konstanta, vertinamas centruotas dispersijos infliacijos koeficientas. 4 lentelėje matyti, kad daugumos kintamųjų centruotas VIF yra arti vieneto, išskyrus „Google Trends“ ir „Baidu“, tačiau ir jų koeficientai indikuoja tik nedidelę koreliaciją (3 priedas, 11 pav.). Toliau atliekama kovariacijų analizė. Koreliacijų lentelėje neaptinkama reikšmingo ryšio tarp kintamųjų, todėl galima teigti, kad modelyje reikšmingo multikolinearumo nėra.

4 lentelė. *Dispersijos infliacijos koeficientas*

Kintamasis	VIF	Centruotas VIF
"Google Trends"	3.887954	2.076134
"Baidu"	15.47803	1.988741
Naujienos, 2 vėlavimai	1.188265	1.070091
Argentinijos pesas, 1 vėlavimas	1.075118	1.042679
Algoritmo sudėtingumo lygis	1.086729	1.086726
Šanchajaus indeksas	1.064890	1.058060

Šaltinis: Sudaryta autorės pagal turimus duomenis

Heteroskedastiškumas

Kai modelyje regresijos kintamųjų dispersijos yra skirtingos, teigiama, kad modelyje egzistuoja heteroskedastiškumas. Heteroskedastiškumas pažeidžia vieną iš Gauso-Markovo teoremos prielaidų, kuri teigia, kad MKM atlikti įverčiai yra tiesiniai, nepaslinkti ir turi mažiausią dispersiją nepaslinktų tiesinių įverčių klasėje. Nors heteroskedastiškumas nepadaro modelio koeficientų šališkais, jie tampa mažiau tikslūs. Mažesnis tikslumas padidina tikimybę, kad koeficiento įverčiai atsidurs toliau nuo

teisingos populiacijos vertės. Heteroskedastiškumas taip pat sąlygoja mažesnes p reikšmes, kadangi dėl jo padidėja koeficiento įverčių dispersija, tačiau mažiausių kvadratų metodo procedūra nesugeba to aptikti. Atsirandant heteroskedastiškumui, kyla rizika, kad gali būti neteisingai apskaičiuotos testo statistikos, intervaliniai įverčiai ir standartinės paklaidos, kadangi MKM procedūra apskaičiuoja T ir F reikšmes naudojant nepakankamą dispersijos dydį. Dėl šių priežasčių galima priėti prie klaidingos išvados, kad modelio kintamasis yra reikšmingas, kai iš tikrųjų jis toks nėra, ir atvirkščiai.

Norint įvertinti, ar modelyje egzistuoja heteroskedastiškumas, daroma liekamųjų paklaidų kvadratų diagramų analizė, kuri bus atliekama White testo pagalba. White testas paremtas prielaida, kad modelyje egzistuojant heteroskedastiškumui, jis bus susijęs su tuo, kad paklaidų dispersijos yra priklausomos nuo regresorių, o heteroskedastiškumas savo ruožtu turi matytis pradinio modelio regresijos liekanose. White heteroskedastiškumo testavimo metodas nedaro prielaidų apie heteroskedastiškumo struktūrą. Pirmiausiai svartiniam modeliui taikomas paprastas MKM metodas ir randamos liekanos regresijoje (e_t). Tuomet atliekama šių liekanų kvadratų regresija pagal visus regresorius x , jų kvadratus ir porines sandaugas. Esant homoskedastiškumui, dydis nr^2 bus asimptotiškai pasisikirstęs pagal $\chi^2(N - 1)$ skirstinį, kur r^2 yra determinacijos koeficientas, N – antros regresijos regresorių skaičius.

Atlikus White testą, nulinė hipotezė, teigianti, kad modelio dispersija homoskedastiška, patvirtinama, nes p reikšmė yra 0.064 (3 priedas, 12 pav.). Vis dėlto, vertėtų pastebėti, kad reikšmė nežymiai viršija 0.05 reikšmingumo lygį, dėl ko vertėtų imtis papildomų priemonių, kad užtikrintume didesnę modelio patikimumą.

Vienas iš būdų yra Hubert-White-Whinkley korekcijos, kurios yra Eviews programinės įrangos pakete. Heteroskedastiškumą atitinkančios standartinės paklaidos (angl. *heteroscedasticity-consistent standard errors*) naudojamos modelių korekcijoms, kurių liekanos yra heteroskedastiškos. Pirmasis šias korekcijas pasiūlė Huber (1967), kurios vėliau buvo vystomos ir tobulinamos taikymui su laiko eilutėmis, skerspjūvio duomenimis bei GARCH modeliais. White (1980) sukūrė heteroskedastiškumą atitinkančio kovariacijos matricos įvertį (HAKM), kuris pateikia nuoseklius koeficientų kovariacijų įverčius, kai modelyje egzistuoja nežinomos struktūros heteroskedastiškumas. Šis būdas turėtų padėti tiksliau įvertinti visų modelyje esančių kintamųjų tinkamumą, išvengiant heteroskedastiškumo problemos ir tuo pačiu užtikrinant, kad parametrai statistiškai reikšmingi.

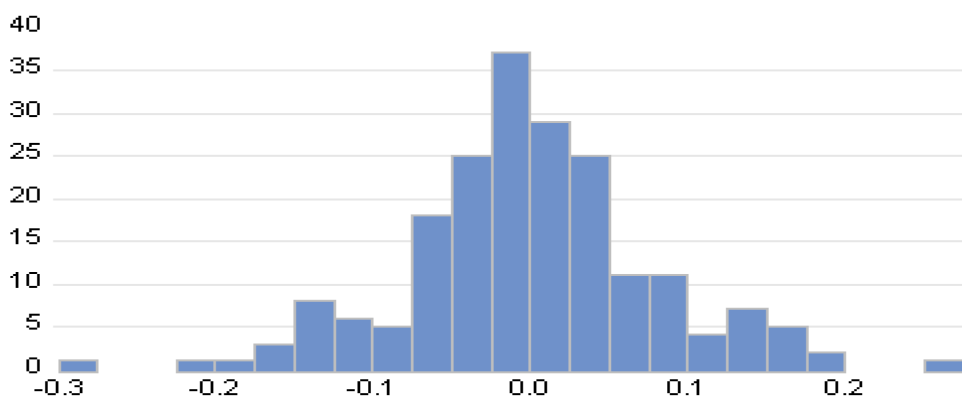
Hubert-White-Whinkle korekcijos pagerino priklausomų kintamųjų p reikšmes, bet šiek tiek pakėlė p reikšmę kintamajam j_{t-2} , tačiau visi kintamieji išlieka statistiškai reikšmingi ir po korekcijos (3 priedas, 7 pav.).

Skirstinio normalumas

Atliekant tiesinę regresiją, daroma prielaida, kad liekanos yra normaliai pasiskirsčiusios. Normaliojo skirstinio ekscesas turėtų būti lygus 3, o sklaida yra lygi nuliui, kas parodo, kad skirstinys yra simetriškas. Jeigu reikšmė teigiama, skirstinio dešinė uodega yra ilgesnė, jeigu neigiama, ilgesnė yra kairė.

Priklausomų kintamųjų normaliam pasiskirstymui patikrinti atliekamas liekanų skirstinio normalumo (Bera-Jarque) testas (3 priedas, 13 pav.). Tikimasi, kad skirstinys bus varpo formos, o p reikšmė didesnė už reikšmingumo lygį 0.05, kadangi pradinė testo hipotezė teigia, kad skirstinys yra normalus. Gauti rezultatai parodo, kad skirstinys neatitinka normalumo prielaidos. Bera-Jarque testo statistika lygi 0.005, dėl ko pradinė hipotezė dėl skirstinio normalumo atmetama. Skirstinio ekscesas yra 4.10, tačiau sklaida pakankamai arti nulio (0.037).

Iš **5 paveiksl**o matyti, kad skirstinio uodegose yra stipriai išsiskiriančios reikšmės, kurias vertėtų plačiau panagrinėti liekanų lentelėje. Analizuojant liekanas matyti, kad šios išskirtys atsiranda dėl dviejų savaitių reikšmių – 2018.11.25 ir 2018.02.18. Išėmus šias reikšmes iš duomenų, Bera-Jarque testas atliekamas iš naujo. Be savaitių 2018.11.25 ir 2018.02.18 reikšmių, skirstinys tampa normalus: Bera-Jarque testo p reikšmė tampa lygi 0.74, kas patvirtina pradinę normalumo hipotezę. Ekscesas taip pat priartėja prie standartinės reikšmės ir siekia 3.22, o sklaida 0.08.



5 paveikslas. Modelio skirstinys

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis turimais duomenimis

Vis dėlto, siekiant išlaikyti modelio objektyvumą ir kintamųjų reikšmių nuoseklumą, nuspręsta šių savaitių reikšmių iš imties nešalinti. Anot Brooks (2008), taikant ekonominį ar finansinį modeliavimą, dažnai nutinka, kad išskirtinai nuo vidurkio nukrypstančios liekanos lemia normalumo prielaidos atmetimą. Tokie stebiniai atsiranda skirstinio uodegose, jie patenka į eksceso ribas ir jis tampa

didesnis. Brooks teigia, kad esant pakankamai didelėms imtims (daugiau negu 50 stebinių), normalumo prielaidos pažeidimas yra praktiškai nereikšmingas, kadangi centrinė ribinė teorema teigia, kad didelio skaičiaus mažų atsitiktinių dydžių sumos tikimybinis skirstinys yra artimas normaliam skirstiniui. Viena šios teoremos formuluočių teigia, kad jei X_1, X_2, \dots, X_n yra nepriklausomų vienodai pasiskirsčiusių atsitiktinių dydžių su vidurkiais $EX_n = 0$ ir dispersijomis $DX_n = 1$ seka, tai tikimybė, kad normuotos sumos $Z_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{\sqrt{n}}$ reikšmė pateks į intervalą (a, b) , kai n neribotai didėja, artėja prie tikimybės, kad standartinio normaliojo atsitiktinio dydžio ξ reikšmė bus tame pačiame intervale. Kadangi turimo modelio stebinių skaičius yra 200, dėl centrinės ribinės teoremos šio modelio t statistika asimptotiškai seks atitinkamą pasiskirstymą net ir pažeidžiant normalumo prielaidą.

Funkcinės formos tinkamumo testas

Viena iš numanomų klasikinės tiesinės regresijos modelio prielaidų yra ta, kad tiesinė funkcijos forma yra tinkama modeliui. Kitaip tariant, laikoma, kad modelio parametrai yra tiesiniai, o dvinario modelio atveju, santykis tarp x ir y gali būti išreikštas tiesia linija. Tačiau ši prielaida ne visada teisinga, dažnai kintamųjų santykis gali būti išreiškiamas ir logaritmine, eksponentine, polinomine ar kita forma.

Ar tiesinė modelio funkcija yra tinkama, nustatoma Ramsey RESET testo pagalba, kuris yra bene labiausiai paplitęs funkcinės formos specifikacijos testas. Pradinė testo hipotezė patvirtina pasirinktos funkcinės formos tinkamumą, todėl tikimasi, kad F testo statistikos p reikšmė viršys 5% reikšmingumo lygį. Atlikus testą, matome, kad F statistika yra 3.13, o p reikšmė siekia 0.08, dėl ko pradinės hipotezės atmesti negalime, tiesinė funkcijos forma yra tinkama (3 priedas, 14 pav.).

Atlikus visus aukščiau minėtus pakeitimus, galutinis tiesinės regresijos modelis atrodo taip:

$$y = \alpha + \beta_1 g + \beta_2 b + \beta_3 \Delta R h + \beta_4 \Delta R r_{t-1} + \beta_5 j_{t-2} + \beta_6 \Delta R q + \varepsilon \quad (9)$$

3.2 Modelio rezultatų interpretavimas

Šio darbo metu buvo sudarytas klasikinės tiesinės regresijos modelis pagal mažiausių kvadratų metodą bitkoinų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimui atlikti. Analizuojant literatūrą, buvo identifikuoti psichosocialiniai, makroekonominiai-reguliaciniai ir endogeniniai faktoriai, kurie gali turėti poveikį kriptovaliutų kainų svyravimams. Taip pat buvo aptiktas empirinių tyrimų trūkumas, analizuojančių aukšta infliacija pasižyminčių šalių valiutų įtaka kriptovaliutų kainoms. Be to, nepaisant išsamių tyrimų dėl „Google Trends“ paieškų įtakos, nepavyko aptikti tyrimų, įtraukiančių „Baidu“ paieškas poveikiui kriptovaliutų kainoms nustatyti.

Įtraukus po vieną vėlavimą kiekvienam pasirinktam nepriklausomam kintamajam ir du vėlavimus kintamajam j , pirminėje regresijos lygtyje buvo 27 nepriklausomi kintamieji. Atlikus diagnostinius testus, reikalingas korekcijas bei koeficientus suapvalinus iki tūkststantųjų, gaunamas galutinis bitkoinų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo modelis:

$$y_t = 0,042 + 0,002g_t - 0,001b_t + 0,407\Delta Rh_t - 0,531\Delta Rr_{t-1} + 0,017j_{t-2} + 0,062\Delta Rq_t + \varepsilon \quad (10)$$

Galutiniame modelyje liko įtraukta 200 stebinių, o determinacijos koeficientas tapo lygus 0.22 (3 priedas, 7 pav.). Turint galvoje, kad visi modelio duomenys yra ne absoliutūs, o išreikšti logaritmuotais pokyčiais, šis determinacijos koeficientas yra pakankamai aukštas: finansiniuose tyrimuose įprasta, kad ekonominiai kintamieji turi nestacionarumo problemą, dėl ko duomenis reikia koreguoti pagal pirmąjį logaritmų skirtumą, kelti kvadratu ir pan. (Brooks, 2008). Kadangi determinacijos koeficientas išreiškiamas formule

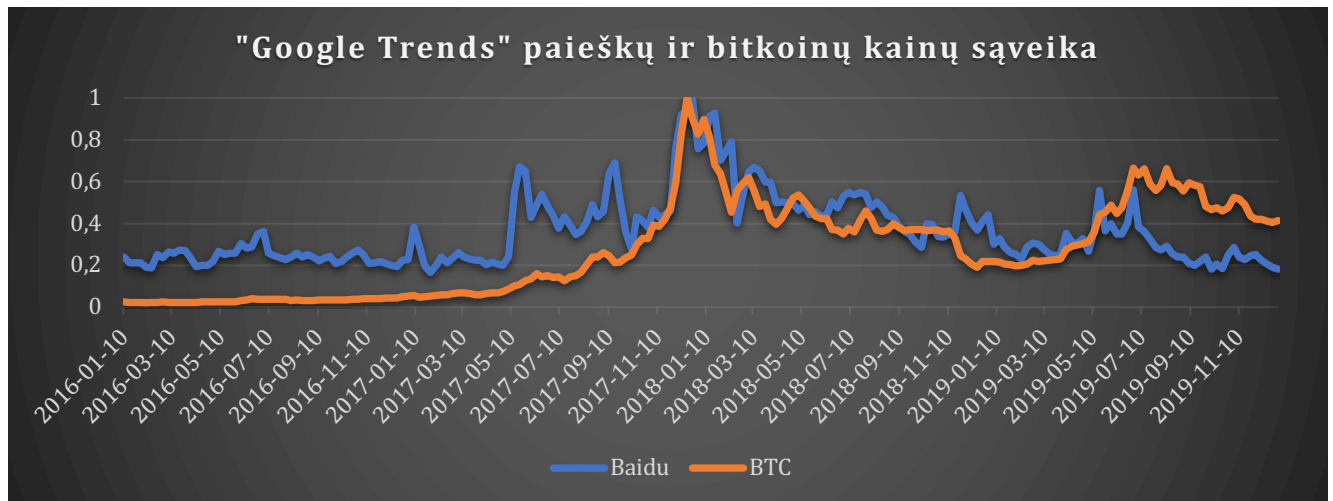
$$r^2 = 1 - \frac{S_\varepsilon^2}{S_y^2},$$

kur S_ε^2 yra liekanų (ε) dispersija, S_y^2 – stebimų kintamojo (y) reikšmių dispersija, akivaizdu, kad logaritmuotas gražos pokyčių skirtumas bus mažesnis. Dėl šių priežasčių determinacijos koeficientas laikomas priimtiniu.

Eliminavus nereikšmingus kintamuosius su *stepwise-forwards* procedūra, galutiniame modelyje statistiškai reikšmingais liko šeši kintamieji (išvardyti nuo labiausiai reikšmingo pagal p reikšmę): „Google Trends“ paieškos g , Argentinos pesas r su vienu vėlavimu, „Baidu“ paieškos b , kriptovaliutų naujienos j su dviem vėlavimais, Šanchajaus indeksas h ir algoritmo sudėtingumo rodiklis q . Remiantis šio modelio rezultatais, galime įvertinti, ar pasitvirtino tyrimo pradžioje iškeltos bitkoinų kainų svyravimą lemiančių veiksnių tyrimo hipotezės.

3.3. „Google Trends“ ir „Baidu“ įtaka bitkoino kainų svyravimams

Tiek „Google Trends“, tiek „Baidu“ paieškų su žodžiu „bitcoin“ kintamieji buvo statistiškai reikšmingi ir įtraukti į galutinį tyrimo modelį. Grafinė „Google Trends“ ir bitkoino kainų sąveika pateikiama žemiau (analizės tikslais duomenys graduojami skalėje nuo 0 iki 1).



6 paveikslas. „Google Trends“ paieškų ir bitkoinų kainų sąveika

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis turimais duomenimis

6 paveiksle matome, kad „Google Trends“ ir bitkoinų kainų kreivės yra gana lygiagrečios bent jau pirmojoje imties periodo pusėje. Analizuojamu laikotarpiu, aukščiausią tašką bitkoinų kainą pasiekė 2017 m. gruodžio 17, taip pat kaip ir „Google Trends“, o vėlesniu laikotarpiu, ypač nuo 2018 m. vidurio, sąveika atrodo mažesnė, tačiau vis dar egzistuojanti.

„Google Trends“ turėjo didžiausią statistinį reikšmingumą iš visų į modelį įtrauktų kintamųjų tiek pirminiame modelyje su logaritmuotais pokyčių skirtumais, tiek galutiniame koreguotame variante. Pirminiame modelyje „Google Trends“ t statistika siekė 4.32, p reikšmė 0, o galutiniame modelyje, t statistika tapo lygi 3.14, p reikšmė 0.002. Į modelį įtrauktas vienas vėlavimas neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos.

Šie rezultatai atliepia akademinėje literatūroje minimų Kristoufek (2015), ElBahrawy ir kt. (2019), Phillips ir Gorse (2018) ir kitų tyrimų rezultatus. Dauguma akademikų nurodo „Google“ paieškų tendencijas kaip geriausią indikatorių nusakantį bitkoinų kainos pokytį, ši tendencija aptinkama trumpuoju ir ypač ilguoju laikotarpiu.

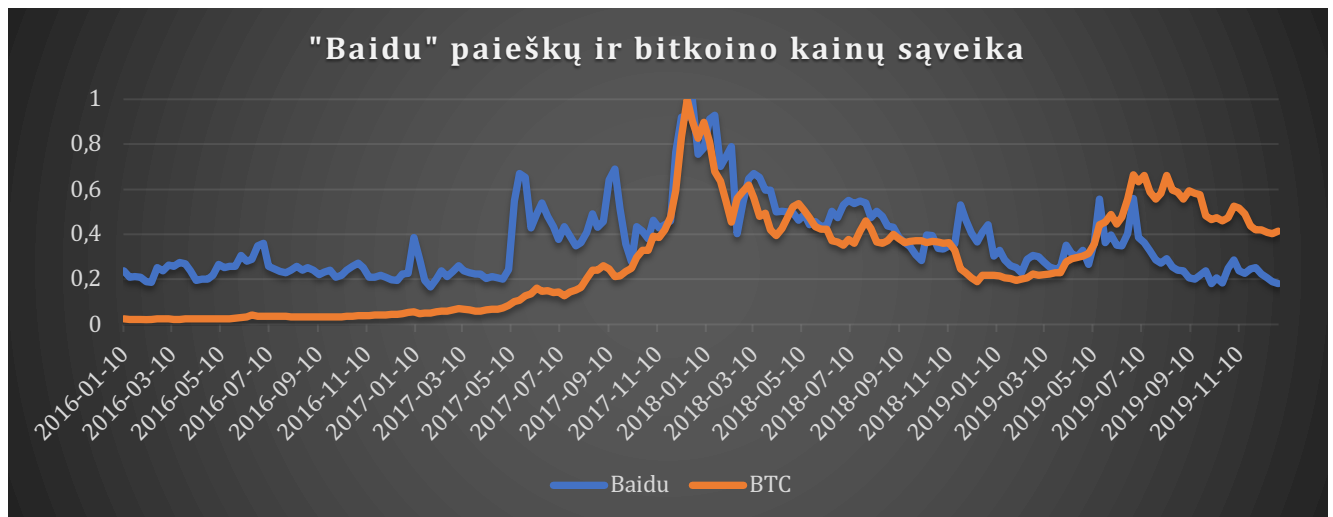
Svarbu panagrinėti ryšio tarp kintamųjų kryptingumą, kad galėtume nustatyti, ar tik „Google“ paieškos veikia bitkoino kainą, ar šis ryšys yra abipusis. Tam atliekamas Granger priežastingumo testas, kur pradinės hipotezės yra šios:

- „Google Trends“ paieškos nedaro įtakos bitkoino kainai;
- Bitkoino kaina nedaro įtakos „Google Trends“ paieškų skaičiui.

Pirmosios hipotezės F statistikos p reikšmė siekia tik 0.004, dėl to hipotezė, kad „Google Trends“ paieškos nedaro įtakos bitkoino kainai, yra atmetama. Antrosios hipotezės F statistikos p reikšmė yra 0.066, todėl antroji hipotezė negali būti atmeta, tačiau p reikšmė yra labai nedidelė ir artima atmetimo

ribai, dėl ko priežastingumas taip pat galėtų keistis priklausomai nuo stebinių dažnio, periodo ir pan. Šis dvipusiškumas būdingas finansiniams produktams, neturintiems fundamentalios vertės, dėl ko panašu, kad rinkoje gali egzistuoti kainų burbulas.

Panašūs rezultatai yra ir su „Baidu“ paieškų statistika. Grafinė „Baidu“ paieškų ir bitkoino kainų sąveika pateikiama žemiau (analizės tikslais duomenys sugraduoti skalėje nuo 0 iki 1).



7 paveikslas. „Baidu“ paieškų ir bitkoino kainų sąveika.

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis turimais duomenimis

Analizuojant 7 paveikslą, matome, kad pirmojoje imties pusėje „Baidu“ paieškų kreivė yra gana plokščia ir nedemonstruoja akivaizdžios koreliacijos su bitkoino kaina. Antrojoje periodo pusėje (maždaug 2017 m. pabaigoje) ryšys akivaizdesnis, paieškų skaičius atitinkamai išaugo, ir atrodo, kad paieškų skaičius į bitkoino kainų pokyčius reaguoja su tam tikru vėlavimu. Tas akivaizdu ir iš didžiausių kreivių reikšmių: bitkoinų kaina pasiekė piką 2017 m. gruodžio 17, o „Baidu“ paieškų savaite vėliau – 2017 m. gruodžio 24. Vis dėlto, į modelį įtrauktas vėlavimas nebuvo statistiškai reikšmingas. Pradiniame modelyje „Baidu“ paieškos pasižymėjo didele t statistika, galutiniame „Baidu“ t statistika siekia -2.47 , o p reikšmė 0.01 ir yra tik šiek tiek mažesnė negu „Google“.

Atliekant Granger priežastingumo testą, tiriamos šios dvi hipotezės:

- „Baidu“ paieškos nedaro įtakos bitkoino kainai
- Bitkoino kaina nedaro įtakos „Baidu“ paieškoms

Pirmoji hipotezė atmetama, nes F statistikos p reikšmė yra 0.005 . Antroji hipotezė patvirtinama, nes p reikšmė siekia 0.13 . Kaip ir „Google Trends“ atveju, p reikšmė yra nedidelė, todėl rezultatas gali skirtis priklausomai nuo imties ir dažnio.

Įdomu pažvelgti ir į tai, kaip „Baidu“ ir „Google Trends“ paieškos sąveikauja tarpusavyje. Analizuojant korelogramą, matyti, kad šie du kintamieji turi stipriausią tarpusavio ryšį, o jų priklausomybė gali būti užrašyta taip:

$$g = \alpha + \beta_1 \log(b)$$

Kadangi ne tik „Google Trends“ ir „Baidu“ veikia bitkoinų kainą, bet egzistuoja ir silpnėsnis atgalinis ryšys, tikėtina, kad rinkoje egzistuoja kainų burbulas. Dažni ir dideli bitkoinų kainų svyravimai neatspindi fundamentalios kriptovaliutos vertės ilguoju laikotarpiu, kas patvirtina, kad spekuliacinis faktorius yra reikšminga bitkoino kainos dedamoji. Dėl to vertėtų grįžti prie ankstesnėje šio darbo dalyje aptartų rinkos efektyvumo teorijos ir FOMO (angl. *fear of missing out*) faktoriaus. FOMO gali būti itin reikšmingas priimant sprendimą investuoti į kriptovaliutas ir tokiu būdu didinant jų kainą: kadangi rinkos dalyviai nebūtinai turi objektyvią ir lengvai prieinamą informaciją apie bitkoiną (kitais tariant, rinkos efektyvumo prielaida pažeidžiama), vedami socialinių faktorių, visuomenėje vyraujančių nuomonių apie kriptovaliutas, nenoro prarasti potencialaus pelno ir pan., rinkos dalyviai priima nebūtinai racionalų sprendimą investuoti ir tokiu būdu kelia bitkoino kainą. Kita vertus, jeigu kriptovaliutų kainų kitimo tendencijos yra neracionalaus rinkos dalyvių elgesio pasekmė, o kriptovaliuta pati iš savęs neturi kitos vertės išskyrus dalyvių lūkesčius, bitkoino kainai ženkliai nukritus po jos piko 2017 m. pabaigoje, bitkoino vertė turėtų būti lygi nuliui arba bent jau minimaliems jos išgavimo kaštams, tačiau taip niekada nenutiko – analizuojamu periodu, bitkoino kainą niekada nesiekė mažiau negu 3300 JAV dolerių už vienetą. Ši suma yra gerokai didesnė už fundamentalią, jeigu fundamentalia kriptovaliutos verte laikysime jos minimalius išgavimo kaštus (elektros energijos sąnaudas ir reikiamus kompiuterinius resursus bitkoino vienetui išgauti).

Atsižvelgiant į tai, kad abu kintamieji buvo reikšmingi, **hipotezė 1 patvirtinama: tiriamuoju laikotarpiu „Google Trends“ ir „Baidu“ darė reikšmingą įtaką bitkoino kainai.**

3.4 Aukso ir JAV išdo obligacijų įtaką bitkoino kainų svyravimams

Auksas ir JAV išdo obligacijos nebuvo statistiškai reikšmingi pirminiame modelyje, *stepwise* procedūra taip pat neįtraukė šių kintamųjų ar jų vėlavimų į galutinį modelį. Šis rezultatas atitinka didžiosios dalies akademikų išvadas, teigiančius, kad saugios turto klasės nekoreliuoja su bitkoinų kainomis, dėl ko bitkoinas galėtų būti naudojamas kaip apsidraudimo nuo rinkų volatilumo instrumentas.

Nepaisant šių rezultatų, svarbu paminėti, kad sąveikos tarp aukso, obligacijų ir bitkoino kainų nebuvimas galėtų būti didelio finansinių rinkų stabilumo šio tyrimo analizuojamu laikotarpiu pasekmė. Aukso kaip saugios investicijos ir saugiklio finansinio neužtikrintumo laikotarpiu vaidmuo yra plačiai

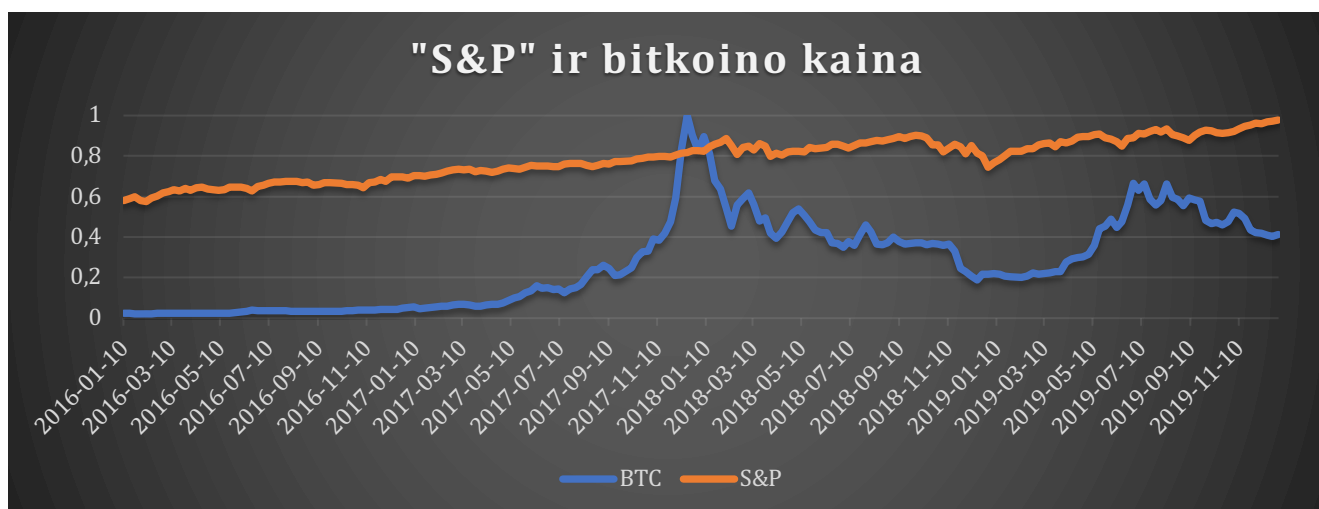
aprašytas akademinėje literatūroje (pvz. Baur ir McDermott, 2010; Baur & Lucey, 2010). Tyrėju teigimu, net ir esant finansiniam nestabilumui rinkos žaidėjai linkę rinktis auksą, o ne obligacijas dėl giliai įsišaknijusių elgesio tendencijų, susijusių su aukso kaip vertės saugojimo priemonės istorija. Empirinis Baur ir McDermott tyrimas atskleidė, kad auksas buvo ypač stiprus vertės saugiklis po 2001 rugsėjo 11 ir „Lehman Brothers“ bankroto 2008 m. rugsėji. Panašių išvadų paprastai prieinama ir kalbant apie JAV išdo obligacijas, JAV dolerį ir kt.

Tačiau kriptovaliutos nuo pat savo atsiradimo dar nebuvo susidūrusios su rimta finansine krize, netgi priešingai, bitkoinas atsirado kaip 2008 m. finansų krizės pasekmė – užtektų prisiminti, kad kai 2009 m. buvo iškastas pirmasis bitkoino blokas, jo pavadinime buvo antraštė iš tos dienos „The Times“ laikraščio: „03/01/2009 Kancleris ruošiasi antrajam bankų gelbėjimo etapui“. Todėl tikėtina, kad kriptovaliutų rinkai susidūrus su pirmuoju savo istorijoje finansiniu nestabilumu dėl pasaulinės COVID-19 pandemijos, auksas ir JAV išdo obligacijos galėtų turėti įtakos bitkoino kainai bent jau šiuo laikotarpiu. Šiai prielaidai patvirtinti ima atsirasti akademiniai tyrimai, pavyzdžiui Cheema, Faff ir Szulczyk (2020). Tyrėju teigimu, saugiu prieglobsčiu laikomo turto charakteristikos stipriai pakito nuo 2008 m. krizės: auksas praranda savo turėtą statusą, o Šveicarijos frankas, JAV doleris ir JAV išdo obligacijos jį išlaikė, tačiau vis daugiau saugaus prieglobsčio turto savybių įgyja ir kriptovaliuta „Tether“. Be to, nors Ji ir kt. (2018) neaptiko ryšio tarp tam tikrų akcijų biržų grąžų, obligacijų, aukso kainos ir JAV dolerio kurso, tyrėjai teigia, kad šis ryšys stiprėja, kai kainos tradicinėse rinkose patiria nuosmukį. Dėl šių priežasčių tikėtina, kad pandemijos laikotarpiu tarp kriptovaliutų ir saugaus turto klasių galėtų atsirasti koreliacija, jeigu investuotojai dairosi alternatyvių priemonių finansinių nuostolių amortizacijai kriziniais laikotarpiais.

Vis dėlto, šiame tyrime auksas ir obligacijos statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo, dėl ko **hipotezė 2, teigianti, kad tiriamuoju laikotarpiu aukso ir 10 m. JAV išdo obligacijų kaina darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai, atmetama.**

3.5. “Standard & Poor’s 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksų įtaką bitkoino kainų svyravimams

“Standard & Poors” indeksas nebuvo statistiškai reikšmingas nei pirminiame, nei galutiniame modelyje, įtrauktas vėlavimas statistinio reikšmingumo neturėjo. Grafiškai analizuojant šį kintamąjį (žr. **8 paveikslą**, analizės tikslais duomenys sugraduojami skalėje nuo 0 iki 1), matyti tolydžiai didėjanti indekso vertė su nedideliais svyravimais, kai tuo tarpu bitkoino kainos kreivė yra nepastovi ir demonstruoja didelius šuolius, akivaizdaus ryšio tarp kintamųjų nematyti. Šis rezultatas atitinka ir kitų akademiniai tyrimų išvadas, neigiančias koreliaciją tarp kriptovaliutų kainų ir JAV akcijų indeksų.

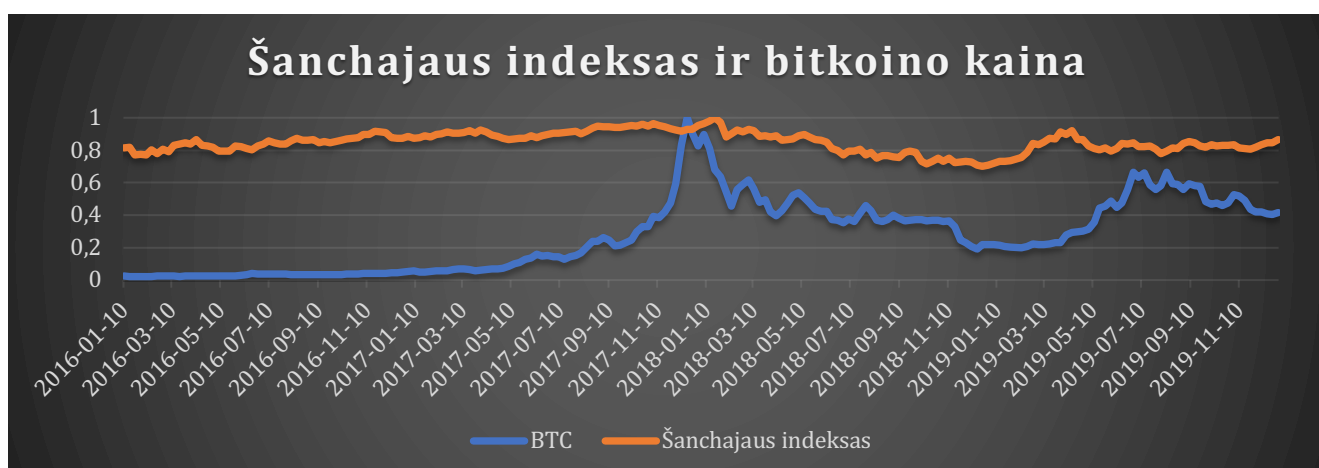


8 paveikslas. „S&P 500“ indeksas ir bitkoino kaina

Šaltinis: Sudaryta autorės pagal turimus duomenis

Pradiniame modelyje Šanchajaus akcijų indeksas buvo beveik reikšmingas (p reikšmė siekė 0.15), o galutiniame ji tapo lygi 0.076, dėl ko kintamasis yra statistiškai reikšmingas pasirinkus 10% reikšmingumo lygį. Galutiniame modelyje t statistika yra lygi 1.78.

Grafiškai analizuojant Šanchajaus akcijų indekso ir bitkoino kainų sąveiką (9 paveikslas, analizės tikslais duomenys sugraduoti skalėje nuo 0 iki 1), matyti, kad iki 2017 m. gruodžio pabaigos Šanchajaus indekso kreivė nedemonstruoja akivaizdaus ryšio su bitkoino kainomis, tačiau tuo laikotarpiu ir bitkoino kainos kreivė buvo pakankamai plokščia. Tačiau kai kurie akademiniai tyrimai šį ryšį aptinka. Bouoiyour ir Selmi (2015) straipsnyje „What Does Bitcoin Look Like?“ pažymi, kad Šanchajaus akcijų indeksas turėjo reikšmingą poveikį bitkoinų kainai ilguoju laikotarpiu, o trumpuoju ryšys nebuvo statistiškai reikšmingas. Vis dėlto, nuo 2018 m. galime išvelgti didesnę abiejų kintamųjų volatilumą.



9 paveikslas. Šanchajaus akcijų indeksas ir bitkoino kaina

Šaltinis: Sudaryta autorės pagal turimus duomenis

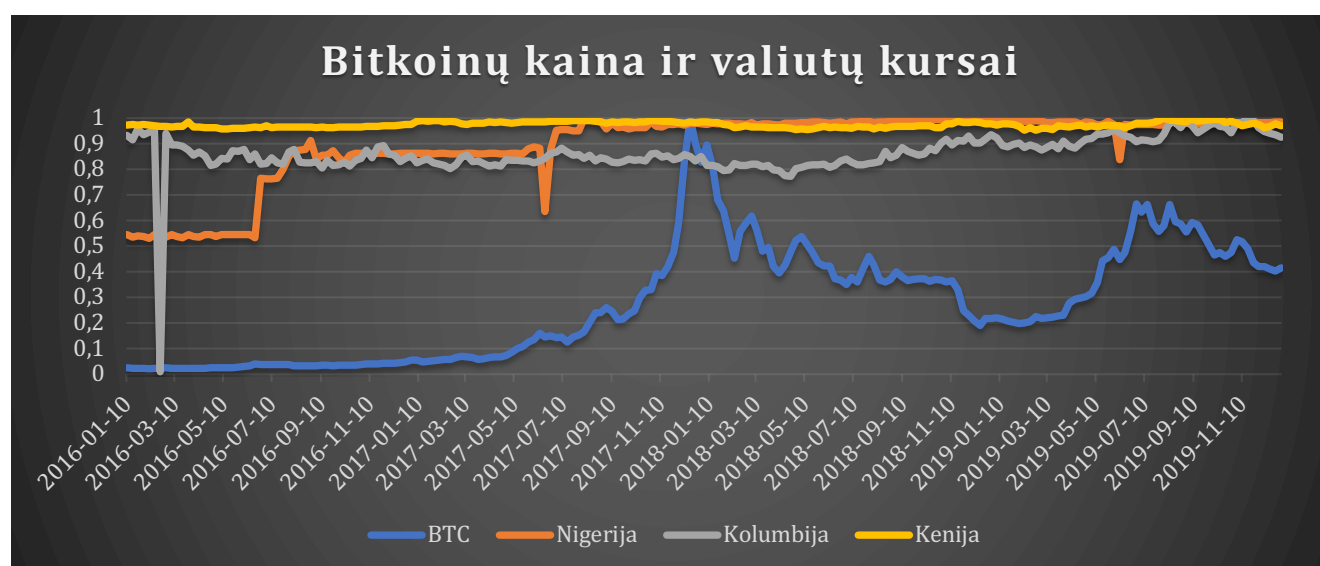
Šanchajaus akcijų indekso reikšmingumas įdomus tuo, kad jis pabrėžia Kinijos rinkos svarbą bitkoinų ekonomikoje. Kadangi prieiga prie Šanchajaus indekso ir užsienio kapitalo investicijos į jį yra ribojamos ir kontroliuojamos Kinijos vyriausybės, investuoti įmanoma tik biržoje prekiaujamų investicinių fondų pagalba, dėl ko didžiausias indekso kapitalo dalis yra kiniška. Nepaisant to, kad „Standard & Poor’s 500“ rinkos kapitalizacija siekia apie 33 trilijonus JAV dolerių, o Šanchajaus akcijų indekso tik apie 7 trilijonus, būtent pastarasis turėjo didesnę poveikį kriptovaliutų kainų pokyčiams analizuojamu laikotarpiu. Kinijos rinkos svarba bitkoino kainai patvirtinama ir pirmosios hipotezės, kur reikšminga buvo kiniško paieškų puslapio „Baidu“ statistika. Dėl šių priežasčių kriptovaliutų investuotojai turėtų atsižvelgti į Kinijos rinkos tendencijas.

Kadangi tik vienas iš dviejų į tyrimą įtrauktų indeksų pasirodė esantis reikšmingu, **hipotezė 3, teigianti, kad tiriamuoju laikotarpiu „Standard and Poor’s 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksai darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai, patvirtinama iš dalies.**

3.6 Didelės infliacijos veikiamų valiutų įtaka bitkoino kainų svyravimams

Iš keturių į tyrimą įtrauktų valiutų, statistiškai reikšmingas pasirodė tik Argentinos pesas. Nigerijos naira, Kolumbijos pesas ir Kenijos šilingas pirminiame modelyje nebuvo reikšmingi, o į galutinį modelį nepateko.

10 paveiksle pateikiamos Nigerijos, Kolumbijos ir Kenijos valiutų kreivės lyginant su bitkoinu (duomenys sugraduoti nuo 0 iki 1 analizės tikslais). Didžiausiu volatilumu iš trijų valiutų pasižymi Kolumbijos pesas, o Nigerijos valiuta demonstruoja didelius kurso šuolius tam tikromis savaitėmis, tačiau didesnės sąveiką su bitkoino kaina nepastebima.



10 paveikslas. Bitkoinų kaina ir valiutų kursai

Šaltinis: Sudaryta autorės pagal turimus duomenis

Tuo tarpu Argentinos pesas pasižymėjo didžiausia infliacija tiriamuoju laikotarpiu (žr. **11 paveikslą**), kur metiniai infliacijos rodikliai svyravo tarp 25% ir 53%. 11 paveikslas atspindi krentančią peso vertę iki pat tiriamojo laikotarpio pabaigos (grafiko duomenys sugraduoti nuo 0 iki 1 analizės tikslais). Imties laikotarpio pabaigoje peso vertė buvo mažiausia visu tiriamuoju laikotarpiu.

Argentinos pesas nebuvo statistiškai reikšmingas pirminiame modelyje, tačiau tapo reikšmingu įtraukus vieną vėlavimą. Galutiniame modelyje, šio kintamojo t statistika yra -2.595 , p reikšmė 0.01 (statistiškai reikšmingesnis tik “Google Trends”), o beta koeficientas -0.53 . Svarbu pastebėti ir neigiamą koeficiento ir t statistikos ženklą, nurodantį, kad krentant Argentinos peso vertei, didėja bitkoino kaina.



11 paveikslas. Bitkoino kaina ir Argentinos pesas

Šaltinis: Sudaryta autorės pagal turimus duomenis

Akademinėje literatūroje egzistuoja nedaug tyrimų, susijusių su peso kurso poveikiu kriptovaliutų kainoms, akademinėje literatūroje labiau analizuojamas pats kriptovaliutų paplitimo faktas Lotynų Amerikoje. Skaitmeninės inovacijos gali užpildyti rinkos spragas arba reaguoti į esamo *status quo* sukeltas socialines problemas, kurioms spręsti trūksta praktinių priemonių. Argentinos atveju, nepasitikėjimas centrinės valdžios institucijomis ir nacionalinės valiutos nepastovumas, viršijantis kriptovaliutų kainų svyravimą, atveria kelią alternatyviems būdams saugant krintančią vietinės Argentinos valiutos vertę. Daugelio veiksnių, tokių kaip infliacija, galimybės kaupti turtą konvertuojant pesus į dolerius trūkumas ir bendras nepasitikėjimas vyriausybe bei finansų institucijomis paruošė derlingą dirvą bitkoino kaip alternatyvios priemonės paplitimui Argentinoje. Neatsitiktinai tik mažiau nei pusė gyventojų naudojami vietinių bankų suteiktomis kreditinėmis kortelėmis, kadangi net turtingi vietos gyventojai vengia laikyti savo turtą argentinietiškuose bankuose (Cifuentes, 2019). Anot Cifuentes, bitkoinai tęsia eksponentinę plėtrą Argentinoje, ir vien Buenos Airėse suskaičiuojama per 150 vietų, kur atsiskaitymams priimami bitkoinai. Panašu, kad ši plėtra turi reikšmingos įtakos ir

bitkoinų kainų pokyčiams, kadangi valiutos naudojimas atsiskaitymams skatina optimistinius lūkesčius dėl bitkoino ateities ir už Argentinos ribų. Nors bitkoino panaudojimas praktinėms infliacijos problemoms Argentinoje spręsti gali būti laikina priemonė, tai yra svarbus aspektas siekiant suprasti bitkoinų kainų dinamiką bent trumpuoju laikotarpiu.

Reikėtų atkreipti dėmesį į priežastinį ryšį tarp peso ir bitkoinų sąveikos. Atlikus Granger testą, hipotezė, kad bitkoinas neveikia peso vertės, atmetama su p reikšme 0.15. Tačiau hipotezė, kad pesas neveikia bitkoino kainos, negali būti atmesta, nes p reikšmė yra 0.01. Dėl šių priežasčių galime teigti, kad Argentinos peso kursas yra geras rodiklis bitkoinų kainų svyravimams nuspėti,

Nors Kenijos, Nigerijos ir Kolumbijos valiutos neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos, dėl reikšmingo Argentinos peso poveikio, **hipotezė 3, teigianti, kad tiriamuoju laikotarpiu didelės infliacijos veikiamų valiutų kursai darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai, patvirtinama iš dalies.**

3.7 Kripto valiutų naujienų įtaka bitkoino kainų svyravimams

Kaip ir Shanaev ir kt. (2020) tyrime, su kripto valiutų reguliavimu susijusios naujienos pasirodė statistiškai reikšmingos į modelį įtraukiant du vėlavimus. Pirminiame modelyje naujienų kintamasis nebuvo reikšmingas, o į modelį įvedus vieną ir du vėlavimus, *stepwise-forwards* procedūra paliko tik vieną statistiškai reikšmingą kintamąjį su dviem vėlavimais.

Galutiniame modelyje naujienų kintamojo su dviem vėlavimais t statistika yra 1.6, o p reikšmė 0.1. Kadangi šio kintamojo hipotezė yra vienpusė, p reikšmę reikėtų dalinti iš dviejų, dėl to kintamasis yra reikšmingas ne tik su 10%, bet ir su 5% reikšmingumo lygiu.

Prie Shanaev ir kt. (2020) identifikuotų reguliacinių naujienų 2017-2018 m. laikotarpiu, buvo pridėti 49 įvykiai (22 teigiami, 27 neigiami) už 2016 ir 2019 m. Prailginus tyrimo laikotarpį, reguliacinių naujienų kintamasis vis dar buvo reikšmingas. Analizuojant šio kintamojo liekamąsias paklaidas, galime apžvelgti, kurie įvykiai turėjo didžiausią poveikį bitkoino kainai. Svarbiausios neigiamos naujienos buvo aptiktos 2019 m. rugsėjo viduryje, kai Europos centrinis bankas ir Šveicarijos centrinis bankas pasisakė, kad naujoji „Facebook“ kuriama kripto valiuta „Libra“ bus reguliuojama ypač griežtai. Kitos neigiamos naujienos turėjusios panašaus masto įtaką buvo 2017 m. gruodžio pabaigoje, kai Rusijos centrinis bankas paskelbė reguliuosiantis kripto valiutas panašiai kaip kitus vertybinius popierius, o Kinijos centrinis bankas paskelbė ribosiantis kripto keityklų veiklą. Didžiausias teigiamų naujienų poveikis buvo pastebėtas 2018 m. vasario viduryje, kai „Western Union“ išleido pranešimą apie kripto valiutos „Ripple“ testavimo pradžią.

Šio tyrimo rezultatai atskleidžia, kad per didelis kripto valiutų reguliavimas yra neproduktyvus bent jau dabartiniame jų vystymosi etape, o *laissez-faire* ar „smėlio dėžės“ reguliacinė aplinka galėtų

pasirodyti tinkamesnė siekiant leisti šiai rinkai vystytis. Vyriausybės įsipareigojimai nereglamentuoti kriptovaliutų ir leisti pramonei vystytis laisvesnėje aplinkoje galėtų prisidėti prie mažesnio rinkos nepastovumo ir stabilesnių kriptovaliutų kainų.

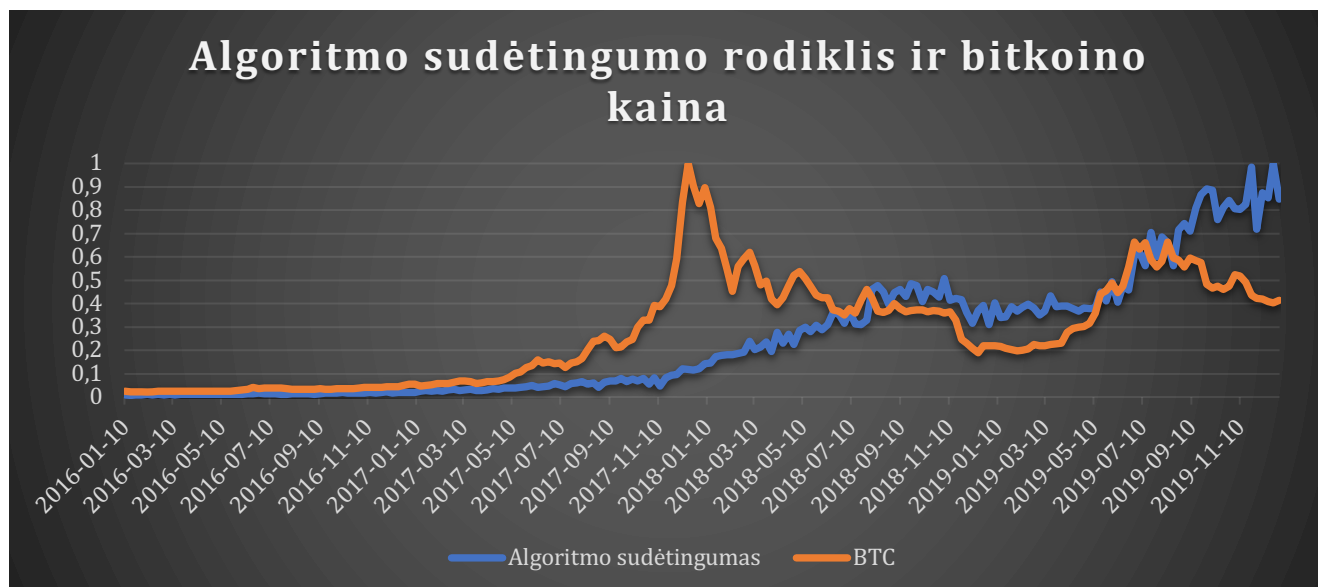
Be to, šio kintamojo reikšmingumas pateikia papildomų įžvalgų investuotojams, nes jis parodo naujienų analizės svarbą kriptovaliutų rinkoms. Potencialūs investuotojai gali patirti didelių nuostolių, jei savo investicinėse strategijose neatsižvelgia į reguliacinius įvykius ir naujienas. Kriptovaliutų kainos atsakas į šiuos įvykius yra reikšmingas, ir tuo pačiu vertėtų pastebėti, kad kriptovaliutos nėra visiškai izoliuotos nuo makroekonominės aplinkos bent jau reguliaciniu aspektu.

Dėl šių priežasčių, **hipotezė 5, teigianti, kad tiriamuoju laikotarpiu kriptovaliutų rinkos naujienos darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai, patvirtinama.**

3.8 Algoritmo sudėtingumo lygio ir pardavimo apimčių įtaka kriptovaliutų kainų svyravimams

Pirminiame modelyje nei algoritmo sudėtingumo lygis, nei bitkoinų pardavimo apimtys nebuvo statistiškai reikšmingos, tačiau galutiniame modelyje algoritmo sudėtingumo lygis įgijo p reikšmę 0.11, o t statistika 1.61. Kadangi p reikšmė tik nežymiai viršija 10% reikšmingumą, kintamąjį nuspręsta traktuoti kaip statistiškai reikšmingą.

12 paveiksle matome, kad algoritmo sudėtingumo lygis ėmė pamažu kilti nuo maždaug 2018 m. – po to, kai bitkoinai pasiekė kainos piką. Nuo 2019 m. vidurio kaina pamažu ėmė kristi, o sudėtingumo lygis kilti. Kadangi algoritmo sudėtingumas keičiasi priklausomai nuo to, kaip greitai valiutos kasėjai sugeba iškasti vieną bitkoino vienetą (algoritmas siekia, kad vidutinis laikas būtų apie 10 min), panašu, kad bitkoino kainos kilimas didina konkurenciją kasėjų tarpe. Atlikus Granger priežastingumo testą, hipotezė, kad algoritmo sudėtingumo rodiklis nedaro įtakos bitkoino kainai, priimama, nes p reikšmė siekia 0.689, tačiau hipotezė, kad bitkoino kainos nedaro įtakos algoritmo sudėtingumo lygiui buvo atmesta su p reikšme 0.038.



12 paveikslas. Algoritmų sudėtingumo rodiklis ir bitkoino kaina

Šaltinis: sudaryta autorės pagal turimus duomenis

Algoritmo sudėtingumo lygis taip pat buvo statistiškai reikšmingas kai kuriuose tyrimuose (pvz., Bouoiyour ir Selmi (2015), Hayes (2017)), tačiau dauguma naujesnių tyrimų ryšio tarp algoritmo sudėtingumo ir bitkoinų kainų neaptinka (pvz. Kjærland ir kt. (2018)). Iš pirmo žvilgsnio atrodytų, kad algoritmo sudėtingumas neturėtų turėti įtakos kriptovaliutų kainai, nes konkurencingose rinkose gamintojai nėra kainų formuotojai, taigi ir produkcijos kaštai bei įdėtos pastangos į produkto išgavimą neturėtų turėti įtakos, kadangi rinka pati objektyviai jį įvertins. Tačiau bitkoinų rinkos ypatybė yra ta, kad egzistuoja pakankamai nedaug konsoliduotų kasimo centrų, kurie gali koordinuoti bandymus kontroliuoti rinkos kainą (kasimo centrų konsolidacija buvo aptarta dalyje 1.2, žr. 2 paveikslą). Antra, kadangi kriptovaliutų kasimo rinka yra labai konkurencinga, kasėjai gali ryžtis tam tikrą laikotarpį dirbti už mažesnę pelną arba net nuostolingai, siekiant išlikti rinkoje ir tikint jos potencialu. Antroji priežastis patvirtintų kriptovaliutų kainų burbulo egzistavimą, nes potencialą sunku įvertinti objektyviai ir priimti racionalų sprendimą, todėl panašu, kad algoritmo sudėtingumo lygis yra įtakojamas bitkoino kainų, o ne atvirkščiai. Ši išvada atitinka ir Kjærland ir kt. (2018) tyrimą: kadangi bitkoinų pasiūla jau iš anksto nulemta algoritmo, tyrėjai prieina prie išvados, kad bitkoinų kaina daro įtaką algoritmo sudėtingumui, o ne priešingai, kadangi didėjant kainoms, didėja ir bitkoinų paklausa, taigi ir endogeniniai faktoriai neturi didelės įtakos.

Bitkoino prekybos apimtys statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo, o algoritmo sudėtingumo lygis nors ir statistiškai reikšmingas, nedaro įtakos bitkoino kainai, bet pats yra jos įtakojamas. Dėl šių priežasčių, **hipotezė 6, teigianti, kad tiriamuoju laikotarpiu algoritmo sudėtingumo lygis ir bitkoino pardavimo apimtys darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai, yra atmetama.**

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Kripto valiutų rinka plečiasi eksponentiškai, ir šiai dienai egzistuoja virš 9000 kripto valiutų, todėl jų kainų dinamikos suvokimas svarbus ne tik tolimesniam kripto valiutų taikymui įvairiose srityse, bet ir siekiant apsaugoti investuotojų pinigus ar racionaliai diversifikuojant investicinį portfelį kripto valiutų pagalba. Šis darbo tikslas – identifikuoti psichologinius-socialinius, makroekonominius-reguliacinius ir endogeninius faktorius darančius įtaką bitkoino kainos svyravimams. Tyrimui atlikti buvo naudojamas klasikinis tiesinės regresijos modelis pagal mažiausią kvadratų metodą, o statistiškai nereikšmingi kintamieji eliminuojami pagal *stepwise-forward* procedūrą.

Atlikus literatūros analizę, į tyrimą buvo nuspręsta įtraukti „Google Trends“ paieškų statistiką, auksą ir JAV išdo obligacijas, „S&P 500“ ir Šanchajaus akcijų indeksą, reguliacines naujienas, algortimo sudėtingumo lygį ir bitkoinų prekybos apimtis. Be to, nepakankamai ištirtas kiniško paieškų puslapio „Baidu“ ir infliacija pasižyminčių valstybių valiutų poveikis kripto valiutų kainai, todėl į tyrimą buvo įtraukti ir šie kintamieji. Dėl didžiausios rinkos kapitalizacijos, priklausomu kintamuoju pasirinktos bitkoinų kainos.

Darbo tikslui pasiekti buvo suformuluotos 6 hipotezės. Žemiau pateikiami pagrindiniai rezultatai ir išvados:

1. Tiek „Google Trends“, tiek „Baidu“ paieškos darė statistiškai reikšmingą įtaką bitkoino kainai. Kadangi ne tik „Google Trends“ ir „Baidu“ veikia bitkoinų kainą, bet aptinkamas ir silpnesnis atgalinis ryšys, tikėtina, kad rinkoje egzistuoja kainų burbulas. Dažni ir dideli bitkoinų, kainų svyravimai neatspindi fundamentalios kripto valiutos vertės ilguoju laikotarpiu, kas patvirtina, kad spekuliacinis faktorius yra reikšminga bitkoino kainos dedamoji.
2. Auksas ir JAV išdo obligacijos nebuvo statistiškai reikšmingi, tačiau tiriamasis laikotarpis apima tik periodą iki 2019 m. pabaigos, t.y. iki pasaulinės pandemijos pradžios. Kadangi kripto valiutų rinka dar nebuvo susidūrusi su ilgalaikiu finansiniu nestabilumu, tikėtina, kad pandemija gali turėti įtakos šių kintamųjų reikšmingumui.
3. Nepaisant to, kad „Standard & Poor's 500“ rinkos kapitalizacija siekia apie 33 trilijonus JAV dolerių, o Šanchajaus akcijų indekso tik apie 7 trilijonus, būtent pastarasis turėjo statistiškai reikšmingą poveikį bitkoino kainų pokyčiams analizuojamu laikotarpiu. Kartu su „Baidu“ reikšmingumu, šis rezultatas atskleidžia didelę Kinijos rinkos svarbą kripto valiutų ekonomikoje.
4. Iš keturių į tyrimą įtrauktų valiutų, tik Argentinos pesas su vienu vėlavimu buvo statistiškai reikšmingas. Daugelio veiksnių, tokių kaip infliacija, galimybės kaupti turtą konvertuojant pesus į dolerius trūkumas ir bendras nepasitikėjimas vyriausybe bei finansų institucijomis paruošė derlingą dirvą bitkoino kaip alternatyvios atsiskaitymo priemonės paplitimui Argentinoje. Nors bitkoino panaudojimas praktinėms infliacijos problemoms Argentinoje spręsti gali būti laikina

priemonė, tiriamuoju laikotarpiu peso kursas yra svarbus faktorius siekiant nuspėti bitkoinų kainų dinamiką.

5. Reguliacinės naujienos buvo statistiškai reikšmingos su dviem vėlavimais. Šio tyrimo rezultatai atskleidžia, kad per didelis kriptovaliutų reguliavimas yra neproduktyvus bent jau dabartiniame jų vystymosi etape, o *laissez-faire* ar „smėlio dėžės“ reguliacinė aplinka galėtų būti tinkamesnė siekiant leisti šiai rinkai vystytis. Vyriausybės įsipareigojimai nereglamentuoti kriptovaliutų galėtų prisidėti prie mažesnio rinkos nepastovumo ir stabilesnių kriptovaliutų kainų. Potencialūs investuotojai gali patirti didelių nuostolių, jei savo investicinėse strategijose neatsižvelgia į reguliacinius įvykius ir naujienas.
6. Nei algoritmo sudėtingumo lygis, nei bitkoinų prekybos apimtys nedarė reikšmingo poveikio bitkoino kainai. Nors algoritmo sudėtingumo lygis buvo statistiškai reikšmingas, jis kyla dėl didėjančios konkurencijos kriptovaliutos kasėjų tarpe. Algoritmo sudėtingumo lygis kyla didėjant bitkoino kainai, nes jis pritraukia vis daugiau investuotojų, siekiančių uždirbti iš kriptovaliutos kasimo, tačiau pats algoritmo sudėtingumo lygis savaime poveikio bitkoino kainai nedarė, kas vėlgi parodo kainų burbulą rinkoje.

Atsižvelgiant į tyrimo rezultatus, ketindami pirkti ar parduoti bitkoinus, investuotojai, analitikai bei portfelių valdytojai turėtų įvertinti „Google“ ir „Baidu“ paieškų tendencijas, Šanchajaus akcijų indeksą, reguliacinės naujienas bei Argentinos peso kursą. Vis dėlto, svarbu turėti galvoje kriptovaliutų kaip spekuliacinio turto vaidmenį ir galimą kainų burbulo egzistavimą šioje rinkoje.

Kadangi šis tyrimas atskleidžia mažai nagrinėjamą „Baidu“ paieškų ir Šanchajaus indekso svarbą kriptovaliutų kainai, tolimesni šios srities tyrimai galėtų atskirai panagrinėti Kinijos vaidmenį į tyrimą įtraukiant juanio kursą, Kinijos centrinio banko pranešimus, akcijų indeksus, ekonominio neužtikrintumo rodiklį šalyje ir pan. Taip pat būtų įdomu apžvelgti, ar kinta saugaus turto ir kriptovaliutų kainų sąveika finansinių rinkų nestabilumo laikotarpiu.

LITERATŪROS SARAŠAS

- Aalborg, A. H., Molnar, P. ir de Vries, J. E. (2019), “What can explain the price, volatility and trading volume of Bitcoin?”, *Finance Research Letters*, vol. 29, pp. 255-265
- Ante, L. ir Fiedler, I. (2020), „Market reaction to large transfers on the Bitcoin blockchain - Do size and motive matter?“, *Finance Research Letters*, 2020.05.30
- Auer, R. ir Claessens, S. (2018), “Regulating Cryptocurrencies: Assessing Market Reactions”, *Bank of International Settlements Quarterly Review*, prieiga internetu 2020.04.29: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3288097
- Bakar, N.A., Rosbi, S. ir Kiyotaka, U. (2017), “Cryptocurrency Framework Diagnostics from Islamic Finance Perspective: A New Insight of Bitcoin System Transaction”, *International Journal of Management Science and Business Administration* 4. 19-28 pp.
- Balçilar, M, Bouri, E., Gupta, R., ir Roubaud, D.(2017), “Can Volume Predict Bitcoin Returns and Volatility? A Quantiles-Based Approach”, *Economic Modelling, Forthcoming*, 2017 Jan 10
- Battista, G., Donato V., Patrignani, M., Pizzonia, M., Roselli, V., ir Tamassia, R. (2015), „Bitconeview: visualization of flows in the bitcoin transaction graph Visualization for Cyber Security (VizSec)“, *2015 IEEE Symposium* on pp. 1-8
- Baur, D. G, ir T K McDermott (2010), "Is gold a safe haven? International evidence", *Journal of Banking & Finance* 34: 1886-1898
- Baur, D. ir McDermott, T. (2016), „Why is gold a safe haven?“, *Journal of Behavioral and Experimental Finance*
- Beikverdi, A. ir Song J. (2015), „Trend of centralization in Bitcoin's distributed network Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)“, 16th IEEE/ACIS International Conference, pp. 1-6
- Bitcoin.com (2020), “Study: 60% of Digital Asset Holders Store Funds on Exchanges While Half Derive an Income From Crypto”, prieiga internetu 2020.04.12: <https://news.bitcoin.com/study-60-of-digital-asset-holders-store-funds-on-exchanges-while-half-derive-an-income-from-crypto/>
- Bleher, J. ir Dimpfl, T. (2019), “Today I got a million, tomorrow, I don't know: On the predictability of cryptocurrencies by means of Google search volume”, *International Review of Financial Analysis*, vol. 63, pp. 147-159
- Bouoiyour J., Selmi R. (2015), “What Bitcoin Looks Like?”, *Annals of Economics and Finance*, 16(2), pp. 449-492

- Bouri, E., Molnar, P., Azzi, G, Roubaud, D. ir Hagfors, L. I. (2017), “On the hedge and safe haven properties of bitcoin: Is it really more than a diversifier?”, *Finance Research Letters*, vol. 20, pp. 192-198
- Bouri, E., Shahzad, J. H. S. ir Roubaud, D. (2019), “Co-exploisivity in the cryptocurrency market”, *Finance Research Letters*, vol. 29, pp. 178-183
- Bouveret, A. (2018), „Cyber Risk for the Financial Sector: a Framework for Quantitative Assessment“, IMF Working Paper no. 18/143
- Brauneis, A., ir Mestel, R. (2018), „Price discovery of cryptocurrencies: Bitcoin and beyond“, *Economics Letters*, 165, 58–61.
- Brooks, C. (2008), “Introductory Econometrics for Finance”, 3-as leidimas, Cambridge University Press
- Bundi, N., ir Wildi, M., Bitcoin and market-(in)efficiency: a systematic time series approach. *Digit Finance* 1, 47–65 (2019)
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L. A. ir Plastun, O., (2018), „Persistence in the Cryptocurrency Market“, CESifo Working Paper Series No. 6811, prieiga internetu 2020.04.03: <https://ssrn.com/abstract=3126040>
- Caporale, G. M., Kang, W., Spagnolo, F. ir Spagnolo, N. (2020), „ Non-linearities, cyber attacks and cryptocurrencies“, *Finance Research Letters*, 32, Article 101297
- Carrick, J. (2016), „Bitcoin as a Complement to Emerging Market Currencies“, *Emerging Markets Finance and Trade*, vol. 52, 2016, pp. 2321-2334.
- Charfeddine, L., Benlagha, N. Ir Maouchi, Y. (2020) „Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: Implications for financial investors“, *Economic Modelling*, vol. 85, pp. 198-217
- Cheah, E. ir Fry, J. (2015), “Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin”, *Economics Letters*, vol. 130, pp.32-36
- Cheah, E., Mishra, T., Parhi, M. ir Zhang, Z. (2018), “Long Memory Interdependency and Inefficiency in Bitcoin Markets”, *Economics Letters*, Elsevier, vol. 167(C), pp. 18-25.
- Cheema, M., Faff, R. ir Szulczyk, K. (2020), “The influence of the COVID-19 pandemic on safe haven assets”, prieiga per internetą 2021.04.18: <https://voxeu.org/article/influence-covid-19-pandemic-safe-haven-assets>
- Cheung, A., Roca E. ir Su J. (2015), „Crypto-Currency Bubbles: An Application of the Phillips-Shi-Yu (2013) Methodology on Mt. Gox Bitcoin Prices“, *Applied Economics*, vol. 47, 2015, pp. 2348-2358.

- Ciaian, P., Rajcaniova, M. ir Kancs, A. (2016), “The economics of BitCoin price formation”, *Applied Economics*, vol. 48 (19), pp. 1799-1815
- Cifuentes, Andres F. (2019), “Bitcoin in Troubled Economies: The Potential of Cryptocurrencies in Argentina and Venezuela”. *Latin American Law Review* 03 99-116, doi: <https://doi.org/10.29263/lar03.2019.05>
- Coinmarketcap (2020), prieiga internetu 2021.03.20 <https://coinmarketcap.com/>
- Corbet, S., Lucey, B, Yarovaya, L. ir Urquhart, A. (2018), “Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis”, *International Review of Financial Analysis*, vol. 62, pp. 182-1999
- Corbet, S., McHugh, G. ir Meegan, A. (2017), “The influence of central bank monetary policy announcements on cryptocurrency return volatility”, *Investment Management and Financial Innovations*, 14(4), 60-72
- Čekanavičius, V. ir Murauskas, G. (2014), “Taikomoji regresinė analizė socialiniuose tyrimuose”, Vilnius: VU leidykla.
- Dale, S. R., Johnson, J.E.V. ir Tang, L. (2005), “Financial markets can go mad: evidence of irrational behaviour during the South Sea Bubble”, *Economic History Review*, LVIII, 2 (2005), pp. 233–271
- Dastgir, S., Demir, E., Downing, G., Gozgor, G., Lau, C. (2019), “The causal relationship between Bitcoin attention and Bitcoin returns: Evidence from the Copula-based Granger causality test”, *Finance Research Letters*, vol. 28 pp. 160-164
- Decker, C., Eidenbenz R. ir Wattenhofer, R., (2013) „Exploring and improving BitTorrent topologies“, IEEE P2P 2013 Proceedings, Trento, pp. 1-10
- Demir, E., Gozgor, G., Lau, C. K. M, ir Vigne, S. A. (2018), „Does economic policy uncertainty predict the Bitcoin returns? An empirical investigation“, *Finance Research Letters*, vol. 26, pp.145-149
- Dyhrberg, A.H. (2016), “Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis”, *Finance Research Letters*, vol. 16, pp. 85-92
- Dowd, K. (2014), “New Private Monies: A Bit-Part Player?”, London: Institute of Economic Affairs
- Dwyer, G. P. (2014), „The Economics of Bitcoin and Similar Private Digital Currencies“, *Journal of Financial Stability*, vol. 17, 2014, pp. 81-91.
- Eyal, I., ir Sirer, E. (2014), *Majority is not enough: bitcoin mining is vulnerable*, Financial Cryptography and Data Security, vol. 8437, pp. 436-454
- ElBahrawy, A., Alessandretti, L. ir Baronchelli, A. (2019), “Wikipedia and Cryptocurrencies: Interplay Between Collective Attention and Market Performance”, *Frontiers in Blockchain* vol.2

- Europos centrinis bankas (2012), „Virtual Currency Schemes“, prieiga internetu <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- Europos centrinis bankas (2015), „Virtual currency schemes – a further analysis“, prieiga internetu <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf>
- Fama, E. (1970), „Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Evidence“, *Journal of Finance*, No. 25, pp. 383-417
- Fang, J., Gozgor, G., Lau, C. M. ir Lu, Z. (2020), „The impact of Baidu Index sentiment on the volatility of China’s stock markets“, vol. 32
- Fantazzini, D., Nigmatullin, E., Sukhanovskaya, V ir Ivliev, S. (2016), „Everything You Always Wanted to Know About Bitcoin Modelling But Were Afraid to Ask“, *Applied Econometrics*, prieiga internetu <https://ssrn.com/abstract=2794622>
- FATF (2014), „FATF Report. Virtual Currencies. Key Definitions and Potential AML/CFT Risks“, prieiga internetu 2020.04.19: <https://www.fatf-gafi.org/media/fatf/documents/reports/Virtual-currency-key-definitions-and-potential-aml-cft-risks.pdf>
- FATF (2019), „Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers“, prieiga internetu 2020.04.19: <https://www.fatf-gafi.org/publications/fatfrecommendations/documents/guidance-rba-virtual-assets.html>
- Fernández-Villaverde, J., Sanches, D. R., Schilling, L. ir Uhlig, H., (2020), „Central Bank Digital Currency: Central Banking For All?“, University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper No. 2020-04. Prieinama SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3525018>
- Financial Times (2013), „China bans banks from Bitcoin transactions“, prieiga internetu 2020.04.30: <https://www.ft.com/content/40b78d2e-5d87-11e3-95bd-00144feabdc0>
- Financial Times (2019a), „How Facebook’s Libra fuelled push for central bank-run digital currencies“, prieiga internetu 2020.03.21: <https://www.ft.com/content/746808a0-d9f6-11e9-8f9b-77216ebef1f7>
- Financial Times (2019b), „Mark Carney calls for global monetary system to replace the dollar“, prieiga internetu 2020.05.01: <https://www.ft.com/content/a775b55a-c5c2-11e9-a8e9-296ca66511c9>
- Foley, S., Karlsen, J. R., ir Putniņš, T. J. (2019), „Sex, drugs, and Bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies?“, *Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz015>

- Forbes (2019), “New Report Shows China Dominates Bitcoin Mining, Is This a Sign of Worry?”, prieiga internetu 2020.02.12: <https://www.forbes.com/sites/youngjoseph/2019/12/12/new-report-shows-china-dominates-bitcoin-mining-is-this-a-sign-of-worry/>
- Garay, J., Kiayias, A., ir Leonardos, N. (2015), „The bitcoin backbone protocol: analysis and applications“, *Advances in Cryptology - EUROCRYPT* vol. 9057, pp. 281-310
- Geuder, J., Kinateder, H. ir Wagner, N. F. (2019), “Cryptocurrencies as financial bubbles: The case of Bitcoin”, *Finance Research Letters*, vol. 31
- Glenski, M., Weninger, T. ir Volkova, S. (2019), “Improved Forecasting of Cryptocurrency Price using Social Signals”, Papers 1907.00558, arXiv.org.
- Gupta, S., Ghosh, A., Dua, A., ir Kumar, N. (2020), “Security of Cryptocurrencies in blockchain technology: State-of-art, challenges and future prospects”, *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 163, 1
- Hayek, F. (1978), “Denationalisation of Money: The Argument Refined”, *Institute of Economic Affairs*
- Hayes, A. S. (2015), „What Factors Give Cryptocurrencies Their Value: An Empirical Analysis, *SSRN Electronic Journal*
- Hayes, A. S. (2017), „Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin“, *Telematics and Informatics*, Vol. 34, Issue 7, pp. 1308-1321
- Hayes, A.S. (2019), “The Socio-Technological Lives of Bitcoin”, *Theory, Culture & Society*, 36(4), pp. 49-72
- Hendry, D. ir Richard, J. (1982), “On the Formulation of Empirical Models in Dynamic Econometrics”, *Journal of Econometrics*, vol. 20 (1), pp.3-33
- Hollekim. E.R. ir Raa, J. (2018), “Exploration of bubble properties in cryptocurrencies : a hybrid-study with quantitative models for crash estimation supplemented with industry experts”, Norvegijos ekonomikos mokykla, magistrinis darbas, prieiga internetu 2020.05.01: <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/handle/11250/2559866?locale-attribute=no>
- Huber, P. J. (1967), “The behavior of maximum likelihood estimates under nonstandard conditions”, Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1967: 221-233
- Yen, K. ir Cheng, H. (2020), „Economic policy uncertainty and cryptocurrency volatility“, *Finance Research Letters*, 101428
- Ji, Q., Bouri, E., Gupta, R. ir Roubaud, D. (2018), “Network Causality Structures among Bitcoin and other Financial Assets: A Directed Acyclic Graph Approach”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, vol. 70, pp. 203-213

- Kancs, A., Ciaian, P. ir Rajcaniova M. (2015), “The Digital Agenda of Virtual Currencies. Can BitCoin Become a Global Currency?”, European Commission Joint Research Centre, Technical Report. Prieiga internetu 2020.04.13:
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC97043/the%20digital%20agenda%20of%20virtual%20currencies_final.pdf
- Kjærland, F., Khazal, A., Krogstad, E.A., Nordstrøm, F.B.G., Oust, A. (2018), “An Analysis of Bitcoin’s Price Dynamics”, *J. Risk Financial Management*, 2018, 11, 63
- Koopmans, T. (1937), “Linear regression analysis of economic time series”, Haarlem: DeErven F. Bohn, N. V, Olandija
- Koutmos, D. (2018), “Bitcoin Returns And Transaction Activity”, *Economic Letters*, vol. 167, June 2018, pp. 81-85
- Krafft, P.M., Penna, N.D. ir Pentland, A. (2018), “An Experimental Study of Cryptocurrency Market Dynamics”, Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, prieiga internetu 2020.05.20:
<https://www.semanticscholar.org/paper/AnExperimentalStudyofCryptocurrencyMarketKrafftPenna/9abc560cc06b86775aab572297d32418e4f876e4>
- Kristoufek, L. (2013), “BitCoin meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the Internet era”, *Scientific Reports*, volume 3
- Kristoufek, L. (2015), “What Are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis”, *PLoS ONE* 10(4): e0123923,
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123923>
- Krückeberg, S. ir Scholz, P. (2020), „Decentralized Efficiency? Arbitrage in Bitcoin Markets“, *Financial Analysts Journal*, pp. 5-23.
- Liu, Y. ir Tsyvinski, A. (2018), “Risks and Returns of Cryptocurrency”, 2019 Meeting Papers 160, Society for Economic Dynamics
- Lobo, B. J. (2000), “Asymmetric Effects of Interest Rate Changes on Stock Prices”, *The Financial Review*, vol. 1, issue 3
- Luu, L., Teutsch, J., Kulkarni, R. ir Saxena, P. (2015), „ Demystifying incentives in the consensus computer“, *Proceedings of the 22Nd ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*. CCS’15, ACM, New York, NY, USA, pp. 706-719
- Mohapatra, S., Ahmed, N., ir Alencar, P. (2020), “KryptoOracle: A Real-Time Cryptocurrency Price Prediction Platform Using Twitter Sentiments”, *2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, arXiv 2019, arXiv:2003.04967 [cs.CL].

- Moreno, E. C. (2016), “Bitcoin in Argentina: Inflation, Currency Restrictions, and the Rise of Cryptocurrency”, " Law School International Immersion Program Papers, No. 14
- Nadler, P. ir Guo, Y. (2020), „The fair value of a token: How do markets price cryptocurrencies?“, *Research in International Business and Finance*, vol. 52
- Nakamoto, S. (2008), “Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system”, prieiga internetu: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Nguyen, T. V. H., Nguyen, B. T., Nguyen, K. S. ir Pham, H. (2019), “Asymmetric monetary policy effects on cryptocurrency markets”, *Research in International Business and Finance*, vol. 48, pp. 335-339
- Philippas, D., Rjiba, H., Guesmi, K. ir Goutte, S. (2019), “Media attention and Bitcoin prices”, *Finance Research Letters*, vol. 30, pp. 37-43
- Phillips, R. C. ir Gorse, D. (2017), “Predicting cryptocurrency price bubbles using social media data and epidemic modelling,”, *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)* (Honolulu, HI: IEEE, 1–7.
- Pyo, S. ir Lee, J. (2019), “Do FOMC and macroeconomic announcements affect Bitcoin prices?”, *Finance Research Letters*, 101386
- Ray Li, T., Chamrajnagar, A.S., Fong, R.X., Rizik, N. ir Fu, F. (2019), „Sentiment-Based Prediction of Alternative Cryptocurrency Price Fluctuations Using Gradient Boosting Tree Model“, *Frontiers in Physics* 7:98
- Reuters (2017), “ECB's Constancio compares Bitcoin to Dutch tulip mania”, prieiga internetu 2020.05.11: <https://www.reuters.com/article/us-ecb-bitcoin-stability/ecbs-constancio-compares-bitcoin-to-dutch-tulip-mania-idUSKCN1BX26C>
- Reuters (2020), “Six central banks to hold digital currency meeting in April: Nikkei”, prieiga internetu 2020.04.01: <https://www.reuters.com/article/us-cenbank-digital-idUSKBN1ZZ348>
- Rognone, L., Hyde, S. and Zhang, S.S. (2020), „News Sentiment in the Cryptocurrency Market: an Empirical Comparison with Forex“, *International Review of Financial Analysis*, vol. 69
- Rotman, S. (2014), “Bitcoin Versus Electronic Money. CGAP brief”, World Bank, Washington, DC, prieiga <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18418>
- Shanaev, S., Sharma, S., Ghimire, B. ir Shuraeva, A. (2020), “Taming the blockchain beast? Regulatory implications for the cryptocurrency Market”, *Research in International Business and Finance*, vol. 51
- Shiller, R. (2014), “Speculative Asset Prices”, *American Economic Review*, 104 (6): 1486-1517

- Slattery, T. (2014), “Taking a Bit out of Crime: Bitcoin and Cross-Border Tax Evasion”, 39 Brook. J. Int'l L.
- Smith, A. (1776), “Wealth of Nations”, W. Strahan and T. Cadell, Londonas
- Statista (2020), Market share of search engines in China, prieiga internetu 2020.05.12 <https://www.statista.com/statistics/253340/market-share-of-search-engines-in-china-pageviews/>
- Teresienė, D. (2018), „Central Banks’ Responses to Virtual Currencies: An Overview“, *Topics in Economics, Business and Management (EBM)* 2(1), pp. 60-65
- The Economist (2020), „China aims to launch the world’s first official digital currency“, prieiga internetu 2020.05.01: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2020/04/23/china-aims-to-launch-the-worlds-first-official-digital-currency>
- Tiwari, A. K., Jana, R., Das, D., ir Roubaud, D. (2018), „Informational efficiency of bitcoin—An extension“, *Economics Letters*, 163, 106–109
- Van Wijk, D. (2013), “What Can Be Expected From the Bitcoin?”, prieiga per internetą 2020.04.01: https://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjgJ7T1P_MAhVhD5oKHVibCMAQFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fthesis.eur.nl%2Fpub%2F14100%2FFinal-version-Thesis-Dennis-van-Wijk.pdf&usg=AFQjCNGjqACpWalUZHN_0CTGPBD3Xg07RQ&bvm=bv.123325700,d.bGs&cad=rja
- Vidal-Tomas, D. ir Ibanez, A. (2018), „Semi-strong efficiency of Bitcoin“, *Finance Research Letters*, vol. 27, pp. 259-265
- Weber, B. (2014), “Bitcoin and the legitimacy crisis of money”, *Cambridge Journal of Economics* 40 (1), 17–41.
- White, H. (1980), “A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity”, *Econometrica*, vol. 48(4), pp. 817-838
- Zhang, W., Wang, P, Li, X. ir Shen, D. (2018), “Quantifying the cross correlations between online searches and Bitcoin market”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 509, pp. 657-672

1 PRIEDAS. KRIPTOVALIUTŲ SAUGUMO IŠŠŪKIAI PAGAL GUPTA IR KT. (2020)

Attack	Explanation	Victims	Negative Impacts	Forecasted Defensive Measures
Double spending	Identical bitcoins are used for more than one transactions Conflicting transactions are sent one after the other in the bitcoin network	Trader	Forks of blockchain are generated Legitimate clients are denied service Products of the merchants are lost	Install monitors in the bitcoin network. Send alert message of the attack to all hosts. Clients near the merchant must inform him about the attack immediately. The primary incoming connection of the merchant must be dismissed
Finney Attack	Attackers secretly mine a blockchain fork (say B) and when they receive the product they purchased they send B over the network	Merchants	Forks of blockchain are generated Legitimate clients are denied service Products of the merchants are lost	Before sending the asset to the host, the merchant should wait for large number of authentications
Brute force attack	Attackers secretly mine a blockchain fork (say B).	Merchants	Large Forks of blockchain are generated Legitimate clients are denied service Products of the merchants are lost	Install monitors in the bitcoin network Send alert message of the attack to all hosts Clients near the merchant must inform him about the attack immediately. The primary incoming connection of the merchant must be dismissed
One confirmation attack or vector 76 attack	Create deposit transaction T _d followed by a new fork(F) and then a withdrawal transaction T _w . If T _d is rejected, attack is successful.	E-commerce dealing with digital currency	Forks of blockchain are generated Legitimate clients are denied service Huge amount of bitcoin is lost	Before sending the asset to the host, the merchant should wait for large number of authentications
Goldfinger	One miner has >50% computing resources	E-commerce dealing with digital currency and hosts	Denial of service, legitimate users avoid using the network, makes the consensus protocol fragile	Install monitors in the bitcoin network Clients near the merchant must inform him about the attack immediately. TwinsCoin, PieceWork
Selfish mining	Forks in blockchain are generated and longest	Legitimate miners	Facilitate Goldfish attack, because of forking we have	Various methods can be used -ZeroBlock, Timestamp, DÉCOR + protocol

	block chain is considered, rest discarded		race conditions, legitimate miners unnecessarily waste their resources	
Block withholding	Partial Proof of work submitted. Two types – Sabotage and Lie in wait	Legitimate miners	Drop the capital of the network, depletion of resources of peers	Network consist of legitimate miners, cease the network if the capital is less than a threshold
FAW attack	enhances on the negative impacts of attacks like selfish mining and block withholding	Legitimate miners	Drop the capital of the network, depletion of resources of peers	None
Bribery attacks	Malicious users bribe the mining nodes in order to mine for them	The mining nodes as well as the traders	Increases the possibility of withholding the block or a double spending attack	Increment the incentive for honest mining nodes, alerting the mining nodes of the disadvantages of bribery
Refund attacks	Malicious user uses the refund protocols of payment	Traders as well as users	Loss of assets by traders, loss of reputation of honest mining nodes.	Evidence which can be publicly authenticated
Feather and Punitive forking	Malicious miners blacklist transactions of specific address	Users	Freeze the bitcoins of user for forever	No solution yet
Transaction malleability	Malicious user does not validate the transaction and modifies the transaction-id	Centres where Bitcoin exchange take place	Exchange losses assets because of the increment in double credit or double debit	Many metrics for authenticating the transaction
Wallet theft	The malicious user steals or damages the user's private Key	Business or clients	Loss of bitcoin assets in wallet	Secret sharing which is protected by password, two-factor security which has threshold signature, TrustZone-backed Bitcoin wallet, hardware wallets
Time jacking	The malicious user speeds up the clock of many mining nodes.	Mining nodes	A miner is separated and all its resources are wasted and has an impact on mining.	Put constraints on the range of tolerance, time sampling or NTP should be performed on values that are received from the peers
DDoS	Performed to exhaust the resources available in the network	Mining nodes, businesses Bitcoin network, and clients	The facilities of the honest miners are denied, the mining nodes are separated or driven away	signature-based authentication, the Proof-of-Activity protocol

Sybil	The malicious user is responsible for creating many virtual Identities	Clients, mining nodes, Bitcoin network,	It enables time jacking, the privacy of user is threatened, double spend and DDoS	A protocol known as Xim may be used in which two parties are mixed
Eclipse or netsplit	Adversary monopolizes all incoming and outgoing connections of victim	Mining nodes, clients	The network and blockchain's view is not consistent, the double spending concept is enabled with multiple authentications	Whitelists should be utilized, inactivate incoming connection
Tampering	Procrastinate the broadcast of the blocks as well as the transactions to nodes	Mining nodes, clients	Increases the attacks due to DoS, mining advantage is incorrectly mounted, probability if double spending attack	Enhancement of the management system of block requests
Routing attacks	Few nodes are segregated from the network of the Bitcoin, procrastination of the block propagation occur	Mining nodes, clients	DoS attack, mounts probability of the double spend without authentication, mounting fork rate, the mining power of pools is wasted	Entity connections diversity is mounted, supervise the time required for round-trip, utilize the gateways in varying ASes
Deanonymization	The addresses of the clients are attached with the Bitcoin wallet	Users	Privacy breaching of the clients	CoinShuffle, CoinJoin,

Šaltinis: Gupta ir kt. (2020)

2 PRIEDAS. REGULIACINIŲ NAUJIENŲ SĄRAŠAS 2016 IR 2019 M.

Data	Naujiena	Klasifikavimas
2016-02-01	Japan's Largest Bank is Building Its Own Digital Coin	Teigiama
2016-02-02	EU to step up checks on Bitcoin, prepaid cards to fight terrorism	Neigiama
2016-02-03	EU Commission Wants to 'De-Anonymize' Bitcoin This June	Neigiama
2016-02-29	Russia's Central Bank Officially Announces Blockchain 'Work Group'	Neigiama
2016-06-06	Philippine Central Bank to Place 'Hard Regulations' on Bitcoiners	Neigiama
2016-06-24	RBI to study Blockchain technology to curtail paper currency	Teigiama
2016-07-04	New EU Proposals Seek to End Anonymous Bitcoin Trading	Neigiama
2016-07-18	Russia U-Turn: Bitcoin Forex Trading to Be Legal, Mining Banned	Neigiama
2016-08-21	FCA considers approving blockchain businesses	Teigiama
2016-11-18	The IRS is Seeking Data on Coinbase's Bitcoin Customers	Neigiama
2016-11-24	European Commission's New Boost for Bitcoin and Blockchain Startups	Teigiama
2019-03-06	Israel market regulator sees room for cryptocurrency trading	Teigiama
2019-03-07	UK watchdog warns against 'get rich quick' cryptoasset purchases	Neigiama
2019-03-08	Australia watchdog suspends two cryptocurrency exchanges for drug offences	Neigiama
2019-04-09	China says it wants to eliminate bitcoin mining	Neigiama
2019-05-17	Banks to invest around \$50 million in digital cash settlement project	Teigiama
2019-06-18	U.S. regulator accuses head of defunct British bitcoin company of \$147 million fraud	Neigiama
2019-06-19	Euroclear to press ahead with blockchain pilot for commercial paper	Teigiama
2019-06-21	Money-laundering watchdog to clamp down on cryptocurrencies	Neigiama
2019-06-27	Iran seizes 1,000 bitcoin mining machines using subsidized power	Neigiama
2019-07-03	UK markets watchdog proposes retail ban on crypto derivatives	Neigiama
2019-07-10	Fed chief calls for Facebook to halt Libra project until concerns addressed	Neigiama
2019-07-11	Trump blasts Bitcoin, Facebook's Libra, demands they face banking regulations	Neigiama
2019-08-14	Barclays ends partnership with cryptocurrency exchange Coinbase	Neigiama
2019-08-16	New York financial regulator approves Bakkt trust license	Teigiama

2019-09-11	Switzerland warns Facebook's Libra it will face extra scrutiny	Neigiama
2019-09-17	ECB's Villeroy tells Facebook that Libra faces tough scrutiny	Neigiama
2019-09-20	CME to start offering options on bitcoin futures early next year	Teigiama
2019-10-02	Fed's Harker: Digital central bank currency 'inevitable'	Teigiama
2019-10-07	Global exchanges urge Britain not to ban crypto-linked derivatives	Teigiama
2019-10-08	Spooked by Libra, EU pledges to regulate digital currencies	Neigiama
2019-10-11	Digital assets subject to money-laundering, disclosure laws: U.S. regulators	Neigiama
2019-10-18	Facebook's Libra cryptocurrency faces new hurdle from G7 nations	Neigiama
2019-10-23	Bitcoin plunges to five-month low vs dollar after Zuckerberg testimony	Neigiama
2019-10-24	Crypto platform Bakkt to launch options contract for bitcoin futures	Teigiama
2019-10-25	China voices support for blockchain	Teigiama
2019-11-05	Alarmed by Libra, EU to look into issuing public digital currency	Neigiama
2019-11-06	Hong Kong regulator sets out rules for crypto exchanges to get licenses	Teigiama
2019-11-07	China leaves bitcoin mining out of list of restricted activities	Neigiama
2019-11-20	Singapore proposes to regulate bitcoin futures	Neigiama
2019-11-22	China central bank cracks down on cryptocurrency trading in Shanghai	Neigiama
2019-12-12	ECB should be 'ahead of the curve' on digital currency: Lagarde	Teigiama
2019-12-24	China to expand blockchain pilot, study forex reforms for cryptocurrency: regulator	Teigiama
2020-01-21	Central banks join forces to look at future digital currencies	Teigiama
2020-02-05	Fed looking into central bank digital coins	Teigiama
2020-02-06	U.S. securities regulator unveils legal framework for digital coin offerings	Teigiama
2020-04-16	Facebook's Libra cryptocurrency revamped after backlash	Teigiama
2020-07-20	Britain to beef up City watchdog powers over crypto-assets	Neigiama
2020-07-22	Russian lawmakers approve legal status for cryptocurrencies, but ban use as payment	Teigiama

3 PRIEDAS. APRAŠOMOSIOS STATISTIKOS

1 paveikslas. Pirminio modelio statistikos. Sudaryta autorės.

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: BTC_USD									
Method: Least Squares									
Date: 04/11/21 Time: 16:35									
Sample (adjusted): 1/10/2016 12/29/2019									
Included observations: 203 after adjustments									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
C	-29329.92	11080.00	-2.647104	0.0088					
ARG	-78.97238	30.16119	-2.618344	0.0096					
BAIDU_SCALED	49.26139	10.78154	4.569050	0.0000					
COL	0.109726	0.404212	0.271457	0.7863					
EVENT	-257.6747	156.5006	-1.646477	0.1013					
GOLD	12.29807	2.464847	4.989384	0.0000					
GOOGLE	106.7617	11.21729	9.517604	0.0000					
HASH	6.45E-05	1.68E-05	3.835149	0.0002					
KEN	43.76479	100.8984	0.433751	0.6650					
NIG	-10.57012	3.620713	-2.919346	0.0039					
SAND500	4.303131	1.493701	2.880851	0.0044					
SHANGHAI	-0.110761	0.815088	-0.135888	0.8921					
TURNOVER	2.37E-05	1.14E-05	2.085276	0.0384					
YIELD	1486.126	468.8386	3.169803	0.0018					
R-squared	0.899508	Mean dependent var	4876.218						
Adjusted R-squared	0.892596	S.D. dependent var	3950.222						
S.E. of regression	1294.590	Akaike info criterion	17.23625						
Sum squared resid	3.17E+08	Schwarz criterion	17.46474						
Log likelihood	-1735.479	Hannan-Quinn criter.	17.32869						
F-statistic	130.1343	Durbin-Watson stat	0.595256						
Prob(F-statistic)	0.000000								

2 paveikslas. Logaritmų skirtumų regresija. Sudaryta autorės.

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: D(LOG(BTC_USD))									
Method: Least Squares									
Date: 04/12/21 Time: 18:31									
Sample (adjusted): 1/17/2016 12/29/2019									
Included observations: 198 after adjustments									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
ARG_DLOG	-0.017563	0.198757	-0.088365	0.9297					
BAIDU_SCALED	-0.001928	0.000577	-3.341844	0.0010					
D(LOG(COL))	-0.007327	0.014057	-0.521257	0.6028					
EVENT	0.005412	0.010748	0.503569	0.6152					
GOLD_DLOG	-0.400898	0.438272	-0.914722	0.3615					
GOOGLE	0.002953	0.000682	4.328837	0.0000					
HASH_DLOG	0.049021	0.042436	1.155174	0.2495					
KEN_DLOG	1.102782	1.294567	0.851854	0.3954					
NIG_DLOG	0.014519	0.134842	0.107677	0.9144					
SAND500_DLOG	-0.001614	0.401654	-0.004020	0.9968					
SHANGHAI_DLOG	0.434449	0.306348	1.418157	0.1578					
YIELD_DLOG	-0.091714	0.173081	-0.529891	0.5968					
TURNOVER_DLOG	0.005731	0.017465	0.328155	0.7432					
C	0.050153	0.016900	2.967556	0.0034					
R-squared	0.118686	Mean dependent var	0.014558						
Adjusted R-squared	0.056420	S.D. dependent var	0.089460						
S.E. of regression	0.086900	Akaike info criterion	-1.980036						
Sum squared resid	1.389494	Schwarz criterion	-1.747532						
Log likelihood	210.0236	Hannan-Quinn criter.	-1.885926						
F-statistic	1.906097	Durbin-Watson stat	1.536010						
Prob(F-statistic)	0.031781								

3 paveikslas. Autokoreliacija: Korelograma. Sudaryta autorės.

Date: 04/13/21 Time: 21:37

Sample (adjusted): 1/17/2016 12/29/2019

Q-statistic probabilities adjusted for 13 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.232	0.232	10.809	0.001
		2	0.113	0.063	13.405	0.001
		3	-0.033	-0.077	13.627	0.003
		4	-0.011	0.005	13.654	0.008
		5	-0.044	-0.033	14.047	0.015
		6	0.094	0.116	15.860	0.015
		7	-0.109	-0.160	18.324	0.011
		8	0.071	0.119	19.388	0.013
		9	-0.013	-0.026	19.423	0.022
		10	0.046	0.030	19.874	0.030
		11	0.040	0.044	20.209	0.043
		12	0.098	0.052	22.242	0.035
		13	-0.045	-0.051	22.668	0.046
		14	0.014	-0.014	22.709	0.065
		15	0.023	0.081	22.825	0.088
		16	-0.071	-0.134	23.921	0.091
		17	-0.035	0.020	24.196	0.114
		18	0.101	0.124	26.434	0.090
		19	-0.039	-0.086	26.775	0.110
		20	-0.003	-0.025	26.778	0.142
		21	-0.044	-0.024	27.219	0.164
		22	-0.066	-0.023	28.206	0.169
		23	-0.050	-0.067	28.781	0.188
		24	-0.071	-0.061	29.941	0.187
		25	-0.106	-0.024	32.511	0.144
		26	0.096	0.111	34.612	0.120
		27	-0.010	-0.053	34.633	0.148
		28	0.038	0.046	34.968	0.171
		29	-0.011	-0.035	34.995	0.205
		30	-0.102	-0.137	37.442	0.165
		31	-0.142	-0.038	42.223	0.086
		32	-0.053	-0.030	42.900	0.094
		33	-0.007	0.067	42.910	0.116
		34	-0.028	-0.069	43.106	0.136
		35	-0.035	0.013	43.398	0.156
		36	0.037	0.063	43.738	0.176

4 paveikslas. Autokoreliacija: Breusch-Godfrey. Sudaryta autorės.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	5.988196	Prob. F(2,182)	0.0030
Obs*R-squared	12.22482	Prob. Chi-Square(2)	0.0022

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 04/13/21 Time: 22:03
Sample: 1/17/2016 12/29/2019
Included observations: 198
Presample and interior missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ARG_DLOG	0.007599	0.193781	0.039217	0.9688
BAIDU_SCALED	-0.000230	0.000569	-0.404235	0.6865
D(LOG(COL))	-0.000564	0.013692	-0.041160	0.9672
EVENT	-0.006351	0.010728	-0.591944	0.5546
GOLD_DLOG	0.027151	0.427312	0.063539	0.9494
GOOGLE	9.55E-05	0.000668	0.142811	0.8866
HASH_DLOG	0.001466	0.041575	0.035261	0.9719
KEN_DLOG	-0.137408	1.262664	-0.108824	0.9135
NIG_DLOG	0.006062	0.132058	0.045903	0.9634
SAND500_DLOG	-0.106251	0.396289	-0.268113	0.7889
SHANGHAI_DLOG	-0.013788	0.298401	-0.046205	0.9632
YIELD_DLOG	0.040595	0.169810	0.239061	0.8113
TURNOVER_DLOG	-0.007803	0.017163	-0.454625	0.6499
C	0.006187	0.016657	0.371416	0.7108
RESID(-1)	0.232216	0.076647	3.029681	0.0028
RESID(-2)	0.069638	0.078413	0.888093	0.3757

5 paveikslas. Korelograma įtraukus vėlavimus. Sudaryta autorės.

Sample (adjusted): 1/24/2016 12/29/2019
Q-statistic probabilities adjusted for 25 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.011	-0.011	0.0223	0.881
		2	0.011	0.011	0.0455	0.977
		3	-0.026	-0.026	0.1835	0.980
		4	-0.024	-0.025	0.2977	0.990
		5	-0.063	-0.063	1.0809	0.956
		6	0.110	0.109	3.5090	0.743
		7	-0.116	-0.116	6.2416	0.512
		8	0.075	0.071	7.3880	0.495
		9	0.006	0.009	7.3963	0.596
		10	0.043	0.039	7.7680	0.651
		11	0.043	0.055	8.1561	0.699
		12	0.004	-0.020	8.1591	0.773
		13	-0.068	-0.032	9.1258	0.763
		14	-0.040	-0.065	9.4554	0.801
		15	0.000	0.025	9.4554	0.853
		16	-0.091	-0.105	11.200	0.797
		17	0.016	0.011	11.255	0.843
		18	0.072	0.074	12.380	0.827
		19	-0.046	-0.060	12.847	0.846
		20	-0.020	-0.022	12.938	0.880
		21	-0.038	-0.060	13.246	0.900
		22	-0.016	0.021	13.303	0.924
		23	-0.010	-0.030	13.327	0.945
		24	-0.101	-0.105	15.592	0.902
		25	-0.123	-0.103	18.970	0.799
		26	0.116	0.106	22.008	0.688
		27	-0.020	-0.012	22.098	0.732
		28	-0.005	-0.042	22.104	0.776
		29	0.068	0.064	23.152	0.770
		30	-0.111	-0.115	26.020	0.674
		31	-0.131	-0.108	30.023	0.516
		32	-0.043	-0.091	30.463	0.544
		33	-0.026	0.010	30.616	0.586
		34	-0.040	-0.049	31.002	0.615
		35	0.005	-0.033	31.007	0.661
		36	0.036	0.055	31.315	0.691

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

6 paveikslas. Durbin-Watson testas įtraukus vėkavimus. Sudaryta autorės.

Included observations: 193 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(BTC_USD(-1)))	0.217952	0.074415	2.928868	0.0039
ARG_DLOG	0.024387	0.201655	0.120932	0.9039
ARG_DLOG(-1)	-0.522662	0.196555	-2.659117	0.0086
BAIDU_SCALED	-0.000110	0.001116	-0.098859	0.9214
BAIDU_SCALED(-1)	-0.001293	0.001029	-1.256895	0.2106
GOOGLE	0.003308	0.001359	2.433881	0.0160
GOOGLE(-1)	-0.001307	0.001513	-0.863961	0.3889
EVENT	-0.004380	0.011089	-0.395015	0.6933
EVENT(-1)	0.008947	0.010867	0.823323	0.4115
EVENT(-2)	0.014826	0.010730	1.381657	0.1689
GOLD_DLOG	-0.197196	0.438890	-0.449307	0.6538
GOLD_DLOG(-1)	0.079163	0.434724	0.182098	0.8557
HASH_DLOG	0.080444	0.050103	1.605569	0.1103
HASH_DLOG(-1)	0.004498	0.052115	0.086306	0.9313
KEN_DLOG	0.501000	1.358844	0.368696	0.7128
KEN_DLOG(-1)	-0.103181	1.336794	-0.077185	0.9386
NIG_DLOG	0.034160	0.138364	0.246887	0.8053
NIG_DLOG(-1)	-0.068911	0.136508	-0.504816	0.6144
SAND500_DLOG	-0.068475	0.403468	-0.169715	0.8654
SAND500_DLOG(-1)	0.233492	0.406515	0.574374	0.5665
SHANGHAI_DLOG	0.518528	0.313356	1.654758	0.0999
SHANGHAI_DLOG(-1)	0.192073	0.314409	0.610903	0.5421
YIELD_DLOG	-0.081664	0.172525	-0.473346	0.6366
YIELD_DLOG(-1)	-0.111926	0.175979	-0.636021	0.5256
TURNOVER_DLOG	-0.001412	0.018542	-0.076138	0.9394
TURNOVER_DLOG(-1)	0.000600	0.018925	0.031707	0.9747
C	0.042527	0.018717	2.272154	0.0244
R-squared	0.262769	Mean dependent var		0.013934
Adjusted R-squared	0.147299	S.D. dependent var		0.089519
S.E. of regression	0.082663	Akaike info criterion		-2.018998
Sum squared resid	1.134307	Schwarz criterion		-1.562560
Log likelihood	221.8333	Hannan-Quinn criter.		-1.834155
F-statistic	2.275650	Durbin-Watson stat		2.038375
Prob(F-statistic)	0.000980			

7 paveikslas. Stepwise-forwards procedūros regresija

Dependent Variable: D(LOG(BTC_USD))

Method: Least Squares

Date: 04/17/21 Time: 15:46

Sample (adjusted): 1/24/2016 12/29/2019

Included observations: 200 after adjustments

Huber-White-Hinkley (HC1) heteroskedasticity consistent standard errors and covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(BTC_USD(-1)))	0.265130	0.074276	3.569507	0.0005
C	0.042431	0.015513	2.735123	0.0068
ARG_DLOG(-1)	-0.531749	0.204890	-2.595285	0.0102
EVENT(-2)	0.017453	0.010847	1.608962	0.1093
BAIDU_SCALED	-0.001475	0.000596	-2.473442	0.0143
GOOGLE	0.002199	0.000700	3.139810	0.0020
HASH_DLOG	0.061990	0.038611	1.605499	0.1100
SHANGHAI_DLOG	0.406912	0.228053	1.784288	0.0760
R-squared	0.220063	Mean dependent var		0.013660
Adjusted R-squared	0.191628	S.D. dependent var		0.089925
S.E. of regression	0.080851	Akaike info criterion		-2.153240
Sum squared resid	1.255081	Schwarz criterion		-2.021307
Log likelihood	223.3240	Hannan-Quinn criter.		-2.099849
F-statistic	7.739114	Durbin-Watson stat		2.062106
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		6.580970
Prob(Wald F-statistic)	0.000001			

8 paveikslas. Breusch-Godfrey įtraukus vėlavimus. Sudaryta autorės.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.061170	Prob. F(2,165)	0.9407
Obs*R-squared	0.142994	Prob. Chi-Square(2)	0.9310

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 04/14/21 Time: 22:00

Sample: 1/24/2016 12/29/2019

Included observations: 193

Presample and interior missing value lagged residuals set to zero.

9 paveikslas. Naujos regresijos korelograma. Sudaryta autorės.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.012	-0.012	0.0301	0.862
		2	0.053	0.053	0.6029	0.740
		3	0.007	0.008	0.6130	0.893
		4	-0.016	-0.019	0.6678	0.955
		5	-0.049	-0.051	1.1744	0.947
		6	0.143	0.145	5.4572	0.487
		7	-0.110	-0.105	7.9922	0.333
		8	0.103	0.091	10.222	0.250
		9	0.015	0.021	10.271	0.329
		10	0.060	0.058	11.027	0.355
		11	0.047	0.053	11.502	0.402
		12	0.045	0.013	11.930	0.451
		13	-0.119	-0.089	14.967	0.309
		14	-0.050	-0.090	15.502	0.345
		15	0.004	0.038	15.505	0.416
		16	-0.074	-0.089	16.715	0.404
		17	-0.030	-0.037	16.908	0.461
		18	0.105	0.098	19.368	0.369
		19	-0.093	-0.079	21.293	0.321
		20	-0.021	-0.044	21.392	0.374
		21	-0.018	-0.027	21.462	0.431
		22	-0.019	0.025	21.548	0.487
		23	-0.017	-0.014	21.612	0.544
		24	-0.113	-0.131	24.530	0.432
		25	-0.162	-0.110	30.603	0.203
		26	0.102	0.097	33.016	0.162
		27	0.010	0.038	33.040	0.196
		28	0.042	0.028	33.447	0.220
		29	-0.002	-0.030	33.448	0.260
		30	-0.104	-0.104	36.023	0.207
		31	-0.136	-0.095	40.466	0.119
		32	-0.037	-0.064	40.788	0.137
		33	-0.054	-0.025	41.484	0.148
		34	-0.004	0.003	41.487	0.177
		35	-0.040	-0.023	41.871	0.197
		36	0.012	0.004	41.908	0.230

10 paveikslas. Naujos regresijos Breusch-Godfrey testas. Sudaryta autorės.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.300026	Prob. F(2,190)	0.7411
Obs*R-squared	0.629645	Prob. Chi-Square(2)	0.7299

11 paveikslas. VIF. Sudaryta autorės

Variance Inflation Factors
Date: 04/15/21 Time: 14:50
Sample: 12/27/2015 12/29/2019
Included observations: 200

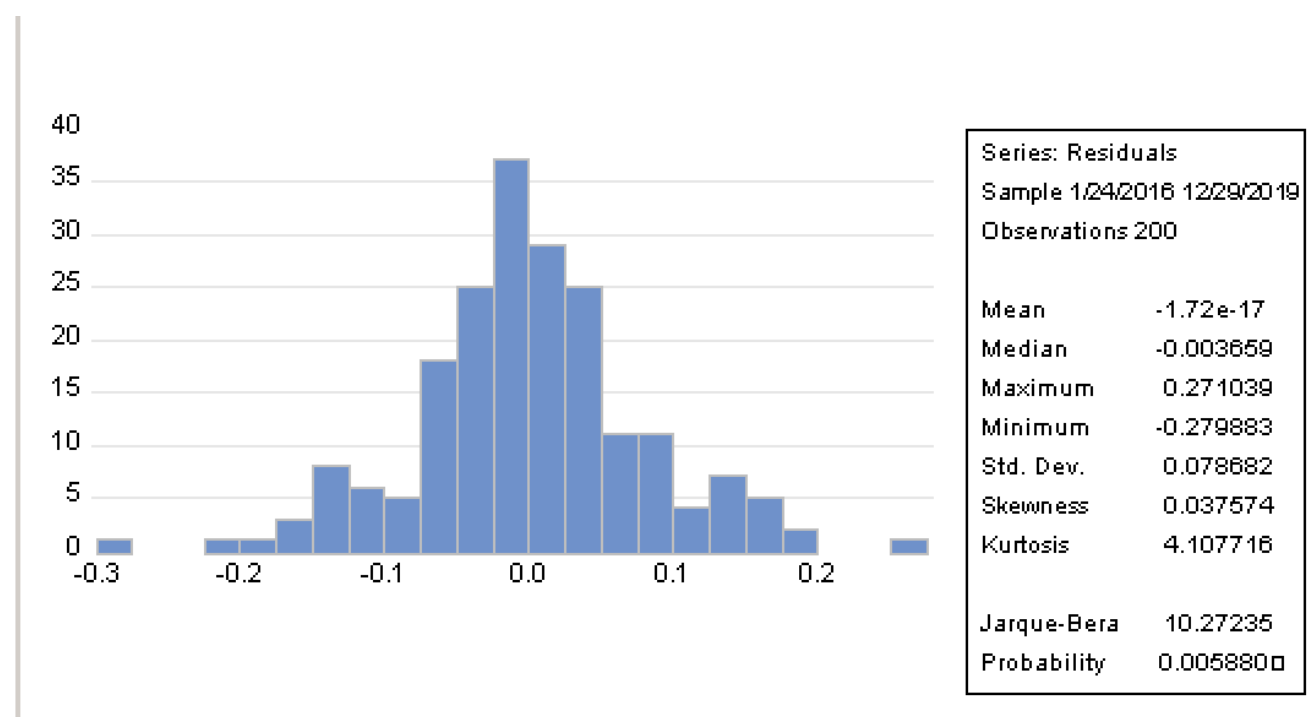
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
D(LOG(BTC_USD(-1)))	0.004469	1.151763	1.125878
C	0.000212	6.597957	NA
ARG_DLOG(-1)	0.031952	1.077825	1.022168
HASH_DLOG	0.001480	1.038451	1.012941
EVENT(-2)	9.20E-05	1.103916	1.043631
GOOGLE	3.36E-07	3.634333	2.061743
BAIDU_SCALED(-1)	2.22E-07	11.28961	1.969986
SHANGHAI_DLOG	0.064945	1.011244	1.011244

12 paveikslas. White testas. Sudaryta autorės

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.500507	Prob. F(35,164)	0.0485
Obs*R-squared	48.51126	Prob. Chi-Square(35)	0.0640
Scaled explained SS	69.46985	Prob. Chi-Square(35)	0.0005

13 paveikslas. Skirstinio normalumas. Sudaryta autorės



14 paveikslas. Ramsey RESET testas. Sudaryta autorės

Ramsey RESET Test

Equation: TRIAL_EQ

Omitted Variables: Squares of fitted values

Specification: D(LOG(BTC_USD)) D(LOG(BTC_USD(-1))) C ARG_DLOG(-1) EVENT(-2) BAIDU_SCALED GOOGLE_HASH_DLOG SHANGHAI_DLOG

	Value	df	Probability
t-statistic	1.770073	191	0.0783
F-statistic	3.133157	(1, 191)	0.0783
Likelihood ratio	3.254174	1	0.0712

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	0.020256	1	0.020256
Restricted SSR	1.255081	192	0.006537
Unrestricted SSR	1.234825	191	0.006465