

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

**FINANSŲ IR BANKININKYSTĖS STUDIJŲ PROGRAMA**

**Magistrantės Justės Urbanavičiūtės**  
**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

<b>VEIKSNIAI, DARANTYS ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS</b>	<b>FACTORS AFFECTING CRYPTOCURRENCY PRICES</b>
--	--

**Darbo vadovas Nerijus Činčikas**

**Vilnius, 2022**

# TURINYS

ĮVADAS	5
1. TEORINIAI VEIKSNIŲ, DARANČIŲ ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS, ASPEKTAI	8
1.1. Kripto valiutos samprata ir tipai	8
1.2. Kripto valiutos ypatumai	11
1.3. Veiksniai darantys įtaką kriptovaliutų kainoms	13
2. TYRIMO METODOLOGIJA	29
2.1. Tyrimo tikslas, uždaviniai ir loginė schema	29
2.2. Tyrimo metodika	30
3. VEIKSNIŲ, DARANČIŲ ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS, TYRIMAS	35
3.1. Kontrolinių kintamųjų aprašomoji statistika	35
3.2. Veiksnių, darančių įtaką Bitkoino kainai, analizė	38
3.3. Veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, analizė	45
3.4. Veiksnių, darančių įtaką Litecoin kainai, analizė	52
3.5. Veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, analizė	58
3.6. Diskusija	63
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	68
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	70
SANTRAUKA	75
SUMMARY	76
PRIEDAI	77
1 priedas. Bitkoino kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai	78
2 priedas. Ethereum kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai	79
3 priedas. Litecoin kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai	80

4 priedas. Tether kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai	81
---	----

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Veiksniai, darantys įtaką kriptovaliutų kainai	27
2 lentelė. Kriptovaliutų pasirinkimo kriterijų reikšmės	30
3 lentelė. Tyrime naudojami kriptovaliutų kainą įtakojuojantys veiksniai	31
4 lentelė. Kontrolinių kintamųjų aprašomoji statistika	35
5 lentelė. Bitkoino kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika	39
6 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką bitkoino kainai, koreliacinės analizės rezultatai	41
7 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką bitkoino kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai	42
8 lentelė. Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Bitkoino kainai, regresinės analizės rezultatai	42
9 lentelė. Dickey-Fuller testo statistika Bitkoino kainos atveju	43
10 lentelė. Bitkoino kainos ir ją įtakojančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai	44
11 lentelė. Kriptovaliutos Ethereum kainos ir veiksnių, kurie jai daro įtaka aprašomoji statistika	46
12 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Ethereum kainai, koreliacinės analizės rezultatai	47
13 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai	48
14 lentelė. Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, regresinės analizės rezultatai	49
15 lentelė. Dickey-Fuller testo statistika Ethereum kainos atveju	49
16 lentelė. Ethereum kainos ir ją įtakojančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai	50
17 lentelė. Litecoin kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika	53
18 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Litecoin kainai, koreliacinės analizės rezultatai	54
19 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką Litecoin kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai	55
20 lentelė. Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Litecoin kainai, regresinės analizės rezultatai	55
21 lentelė. Dickey-Fuller testo statistika Litecoin kainos atveju	56
22 lentelė. Litecoin kainos ir ją įtakojančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai	57
23 lentelė. Tether kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika	59

24 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Tether kainai, koreliacinės analizės rezultatai	60
25 lentelė. Veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai	60
26 lentelė. Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, regresinės analizės rezultatai	61
27 lentelė. Dickey-Fuller testo statistika Tether kainos atveju	62
28 lentelė. Tether kainos ir ją įtakojančių veiksnių Granger priešžastingumo testo rezultatai	62
29 lentelė. Veiksniai, darantys įtaką įvairių kriptovaliutų kainoms	63
30 lentelė. Apibendrinantys Granger testo rezultatai	66

## **PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS**

1 paveikslas. 10 didžiausios kapitalizacijos valiutų situacija	10
2 paveikslas. Bitkoino tinklo sudėtingumas 2019-2021 metais	18
3 paveikslas. Bitkoino maišos galia 2019-2021 metais	19
4 paveikslas. Tyrimo loginė schema	29
5 paveikslas. Brent naftos kainos 2014-2021 metais	35
6 paveikslas. S&P 500 indekso reikšmės 2014-2021 metais	36
7 paveikslas. USD/EUR valiutų kurso reikšmės 2014-2021 metais	37
8 paveikslas. Ekonomikos neapibrėžtumo indekso reikšmės 2014-2021 metais	38
9 paveikslas. Bitkoino kaina 2014-2021 metais	39
10 paveikslas. Ethereum kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu 2015-2021 metais	45
11 paveikslas. Litecoin kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu 2014-2021 metais	52
12 paveikslas. Tether kaina JAV dolerio atžvilgiu 2016-2021 metais	58

## IVADAS

**Temos aktualumas.** Kripto valiutos – tai viena iš pagrindinių finansinių ir technologinių inovacijų sukurtų XXI amžiuje (Feng, Wang, Zhang, 2018). Kripto valiuta – tai skaitmeninės ar virtualios valiutos, kuri skirta naudoti kaip mainų priemonė ir turinti įvairias savybes, poaibis. Kripto valiutos dažnai naudojamos bendros ekonomikos sistemos rėmuose. Kripto valiuta naudoja kriptografiją, kad apsaugoti ir patikrinti transakcijas, valdyti naujų kripto valiutos vienetų sukūrimą ir įtraukti ribotus įrašus į duomenų bazę, kuri vadinama blokų grandine. Technologija, kuri yra blokų grandinės pagrindas, yra atviras paskirstytas registras, kuriame registruojamos visos transakcijos. Tokiu būdu yra išsprendžiama dvigubų išlaidų problema ir pašalinamas būtinumas turėti patikimą trečiąją šalį. Be to, decentralizavimas leidžia blokų grandinės technologijai pasižymėti dideliais skaičiavimų greičiais, dideliu pralaidumu, o taip pat dideliu saugumu. Dėl šių priežasčių kripto valiuta tapo viena iš aktualiausių temų finansų srityje (Chuen, Guo, Wang, 2017).

Pirmoji ir iki šiol didžiausią dalį kripto valiutų rinkoje užimanti valiuta yra 2008 metais išrastas Bitkoinas, kuris paskatino visos eilės kripto valiutų sukūrimą. Bitkoinas buvo sukurtas siekiant nutolti nuo taip vadinamo pasitikėjimu grįsto fiatinių valiutų modelio ir sukurti sistemą, pagrįstą kriptografiniu įrodymu (Saputra, Sutikno, Supangkat, 2018). 2021 metais bendras kripto valiutų skaičius, kurios buvo siūlomos 367 biržose, siekė 8436 kripto valiutas. Bendra visų prieinamų kripto valiutų kapitalizacija siekė 1,45 trln. JAV dolerių. Todėl kripto valiutų rinka, kaip nurodo Feng et al. (2018) pasižymi labai dideliais svyravimais. Be to, kaip parodė Ciaian, Rajcaniova ir Kancs (2016) atlikto tyrimo rezultatai, šie ekstremalūs kripto valiutų vertės svyravimai yra nebūdingi tradicinėms valiutoms ir juos gali sukelti kiti veiksniai, kurie daro įtaką kripto valiutų kainoms. Be to, Kristoufek (2018) teigimu, kripto valiutų kainos svyravimai negali būti paaiškinti tradicinėmis ekonominėmis teorijomis, tokiomis kaip perkamosios galios paritetasis, ateities pinigų srautų modelis ir kt., kas iškelia klausimą apie ekonominių teorijų panaudojimo kripto valiutų kainų paaiškinimui galimybę. Tačiau kripto valiutų kainos smarkiai svyruoja, kas didina neapibrėžtumą. Todėl aktualus uždavinys yra identifikuoti veiksniai, kurie daro įtaką kripto valiutų kainai ir paaiškina šių kainų svyravimus. Tai lėmė šio baigiamojo magistro darbo temos pasirinkimą ir aktualumą.

**Mokslinis iširtumas.** Kripto valiutos sukėlė didelį susidomėjimą akademinėje bendruomenėje. Viena iš pagrindinių temų – dideli kripto valiutų kainų svyravimai. Tačiau informacija ir patirtis kripto valiutų atžvilgiu yra santykinai nedidelė. Kaip parodė Aysan, Demirtaş ir Saraç (2021) atlikto tyrimo rezultatai, 2020 metų pabaigoje paieškos Scopus duomenų bazėje rezultatai parodė 3887 straipsnius apie Bitkoiną, tuo metu kai buvo rasta 54093 straipsniai

apie fiatines valiutas. Kaip taisyklė straipsniai apie Bitkoiną daugiausiai buvo susiję su jo teisiniu statusu, tuo kaip jį reikia klasifikuoti ir ar galima jį laikyti fiatine valiuta, o ne su tuo, kokie veiksniai ir koku laipsniu daro įtaką Bitkoino kainų pokyčiams. Tai apima taip pat ir straipsnius apie kitas kriptovaliutas, kurių skaičius buvo dar mažesnis. Tokios informacijos apie kriptovaliutas trūkumas gali sukelti dideles investuotojų į kriptovaliutas pritraukimo rizikas. Taip pat reikia pažymėti, kad didelė dalis tyrimų, skirtų įvairių veiksnių įtakai kriptovaliutų kainoms, yra skirti Bitkoino tyrimams. Pavyzdžiui, Bitkoino ir žaliavų rinkų sąsajas tyrė Choi ir Shin (2021), Ozturk (2020) ir kt. Bitkoino ir vertybinių popierių rinkos sąsajas tyrė Kwon (2020), Erdas ir Caglar (2018), o Bitkoino ir valiutų rinkų sąsajas - Matkovskyy ir Jalan (2019). Tai pat Bitkoino kainų pokyčius buvo bandyta susieti su politiniais įvykiais (Bouoiyour, 2019) bei ekonominiais įvykiais (Theerthaana, Manzoor, 2018). Tačiau vis dar jaučiamas įvairių tyrimų skirtų ne tik Bitkoino, tačiau ir kitų kriptovaliutų kainas įtakojančių veiksnių tyrimams.

**Darbo problema.** Kokie veiksniai daro įtaką kriptovaliutų kainai ir kokia tai įtaka?

**Darbo objektas.** Veiksniai, darantys įtaką kriptovaliutų kainą.

**Darbo tikslas.** Identifikuoti veiksnius, darančius įtaką kriptovaliutų kainų svyravimams, ir įvertinti šios įtakos pobūdį.

**Darbo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti teorinius veiksnius, darančius įtaką kriptovaliutų kainai, aspektus.
2. Identifikuoti veiksnius, darančius įtaką kriptovaliutų kainai.
3. Įvertinti veiksnius, darančius įtaką įvairioms kriptovaliutomis.

**Darbo metodai:**

- mokslinės literatūros analizės, įvairių autorių teorinių išvalgų palyginimas, sisteminimas ir apibendrinimas skirti išanalizuoti atskiras kriptovaliutas ir identifikuoti veiksnius, kurie daro įtaką šių kriptovaliutų kainoms;
- koreliacinė ir regresinė analizė skirtos nustatyti ryšius tarp analizuojamų kriptovaliutų kainų ir joms įtaką darančių veiksnių;
- Granger priežastingumo testas skirtas nustatyti kriptovaliutų kainai įtakos turinčių veiksnių įtakos pobūdį.

**Darbo struktūra.** Darbą sudaro įvadas, trys skyriai ir išvados. Pirmajame baigiamojo magistro darbo skyriuje atskleidžiama kriptovaliutos samprata, jos veikimo principai ir tipai, bei pagrindiniai kriptovaliutos ypatumai. Taip pat įvairių autorių atliktų tyrimų pagrindu išskiriami pagrindiniai vidiniai, susiję su pačiomis kriptovaliutomis ir jų savybėmis, ir išoriniai veiksniai, kurie daro įtaką kriptovaliutų kainoms. Atrajame skyriuje aprašoma tyrimo metodika, pristatoma tyrimo schema, pateikiamas šio baigiamojo magistro darbe atliekamame tyrime naudojamų statistinės analizės metodų aprašymas. Trečiajame baigiamojo magistro darbo skyriuje pateikiami

atlikto veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutų kainoms, įtakos tyrimo rezultatai. Tyrimui atlikti buvo naudojamos keturios kriptovaliutos ir aštuoni šių kriptovaliutų kainas įtakoiantys veiksniai. Taip pat šiame skyriuje pateikiamas gautų tyrimo rezultatų aptarimas ir diskusija.

# 1. TEORINIAI VEIKSNIŲ, DARANČIŲ ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS, ASPEKTAI

## 1.1. Kriptovaliutos samprata ir tipai

Kad būtų galima suvokti kriptovaliutos esmę, visų pirma reikia išsiaiškinti kuo ji skiriasi nuo tradicinės valiutos.

**Tradicinė valiuta** – tai bet kokia teisėta mokėjimo priemonė, tai reiškia, jog ją nustato ir emituoja centrinė valdžios institucija, kurią žmonės nori naudoti kaip prekių ir paslaugų mainų priemonę tol, kol žmonės pasitiki šia centrine valdžios institucija (Gunay, Kaskaloglu, Muhammed, 2021). Savo ruožtu Vasankumar (2019) teigimu, tradicinė valiuta – valstybės išleista valiuta, kuri nepadengta tokia preke kaip auksas. Didesnė šiuolaikinių tradicinių valiutų, tokių JAV doleris, dalis yra popierinės valiutos. Tradicinė valiuta suteikia centriniams bankams didesnes kontrolės galimybes, nes nuo centrinio banko priklauso, kiek valiutos bus išspausdinta. Vienas iš popierinės valiutos pavojų yra tai, kad jei vyriausybės spausdins per daug pinigų, gali susidaryti hiperinfliacija.

**Elektroninė valiuta** – tai skaitmeninė tradicinės valiutos forma, kuri naudojama tradicinės valiutos transakcijoms elektroninėje erdvėje vykdyti. Didesne dalimi tai tradicinės valiutos atvaizdas arba mechanizmas, padedantis vykdyti finansines transakcijas (Zraggen, 2019).

**Virtuali valiuta** – tai vertės skaitmeninis atvaizdas. Šia verte galima prekiauti skaitmeniniu būdu ir ji gali funkcionuoti kaip (1) mainų priemonė; ir/arba (2) apskaitos vienetą; ir/arba (3) taupymo priemonė, tačiau neturi teisėtos mokėjimo priemonės statuso. Jos neišleidžia ir negarantuoja kokia nors jurisdikcija ir minėtas funkcijas atlieka tik pagal susitarimą virtualios valiutos vartotojų bendruomenės rėmuose (Beck, 2018).

Virtuali valiuta gali būti konvertuojama arba nekonvertuojama. Konvertuojama virtuali valiuta – tai tokia virtuali valiuta, kuri gali būti iškeista į tradicinę valiuta. Konvertuojama virtuali valiuta yra vadinama **kriptovaliuta**. Tokiu būdu kriptovaliutą galima traktuoti kaip virtualią sistemą, kuri funkcionuoja kaip mainų priemonė, kuri neturi vidinės vertės, saugoma ir gaminama elektroniniu pavidalu blokų grandinėje, kuri kuria ir kontroliuoja piniginius vienetus panaudojant kriptografijos metodus, leidžiančius tikrinti lėšų pervedimus (Farell, 2015).

Visos kriptovaliutos kuriamos panaudojant blokų grandinės (angl. *blockchain*) technologiją. Blokų grandinės technologiją galima traktuoti kaip (1) bendrą duomenų bazę; (2) skaitmeninį registrą; (3) archyvą, kuris išsaugotas keliuose skirtingose vietose esančiuose kompiuteriuose, ir kuriame yra saugomos visos finansinės operacijos, atliktos su virtualia valiuta,



kuriai ir yra skirta ši blokų grandinė. Duomenų bazė yra nuolatos auganti. Ją nuolatos papildo nauji sandoriai (operacijos), vadinami blokais. Tokie blokai sudaro nepertraukiamą blokų (duomenų) grandinę, kurioje visi įrašai gali būti bet kuriuo metu patikrinami ir prieinami.

Kaip nurodo Narayanan et al. (2016), kriptovaliutų technologija iš pat pradžių buvo nukreipta į tai, kad nebūtų pasitikėjimo mazgo – to, kieno veiksmai yra garantuoti teisingi ir kas gali patvirtinti svetimų operacijų teisingumą. Pirmą kartą ši problema buvo išspręsta Bitkoino sistemoje, dirbtinai padidinus pakeitimų įtraukimo į operacijų istorijų registrą sudėtingumą. Informacijai saugoti transakcijos apjungiamos į blokus, iš kurių formuoja nepertraukiama grandinė (blokų grandinė). Nepertraukiamumas užtikrinamas ne tiek numeravimu, kiek įtraukiant į einamą bloką ankstesnio bloko maišos sumą, kas neleidžia pakeisti informacijos bloke nepakeičiant maišos sumų visuose ankstesniuose blokuose. Visos maišos sumos atitinka tam tikrus reikalavimus. Tam, kad sugeneruoti šias maišos sumas reikia labai daug laiko arba reikalauja daug lėšų. Teisinga laikoma tik pati ilgiausia grandinė. Skirtingų kriptovaliutų atveju teisę suformuoti eilinį bloką gauna tas, kas atlieka tam tikrą darbą, turintis sąskaitoje tam tikrą sumą, teikiantis tam tikrus išteklius arba pagrindas yra kita procedūra, kurią lengva patikrinti, tačiau sunku atlikti ar falsifikuoti.

Anot Lee Kuo Chuen (2015), kriptovaliutos neturi kokio nors išorinio ar vidinio administratoriaus. Todėl bankai, mokestinės, teisminės ir kitos valstybinės bei privačios institucijos negali daryti įtakos kokioms nors mokėjimų sistemos dalyvių transakcijoms. Kriptovaliutos perdavimas yra negrižtamas – niekas negali atšaukti, užblokuoti, užginčyti ar priverstinai (be privataus rakto) atlikti transakciją (Chouhan, Rathore, Dixit, 2020).

Pirmąją kriptovaliuta yra laikomas Bitkoinas, kuris buvo sukurtas 2008 metais. 2009 metų pačiomis pirmomis dienomis buvo sugeneruotas pirmasis blokas ir pirmieji 50 Bitkoinų. Pirmoji transakcija įvyko tų pačių metų sausio 12 d. (Beck, 2018). Laikui bėgant Bitkoino populiarumas didėjo ir kito jo vertė. Tačiau didėjant šios kriptovaliutos populiarumui, atsirasdavo ir su ja susijusių problemų. Šių problemų sprendimui buvo kuriamos naujos kriptovaliutos, kurių, remiantis coinmarketcap.com, 2021 metų rusėjo mėnesį buvo 2663. Hu, Parlour ir Rajan (2019) įvardina pagrindines alternatyvių Bitkoinui kriptovaliutų kūrimo priežastis:

- igai trunkančios transakcijos ir didelis komisinis mokestis smulkiems mokėjimams. Esant nedidelei mokėjimo sumai Bitkoino komisiniai gali sudaryti 30-40 proc., tuo tarpu didelės apimties transakcijoms komisinis mokestis gali sudaryti kelias dešimtąsias procento dalis. Populiariausias šios problemos sprendimas buvo Ripple kriptovaliuta;
- anonimiškumo trūkumas. Kadangi visos transakcijos Bitkoino tinkle yra skaidrios ir kiekvienas norintis gali matyti iš kur ir į kur buvo siųsti Bitkoinai (o vėliau ir nustatyti

asmenį, kuris valdo pinigine). Tai reiškia, kad Bitkoinas nepasižymi anonimiškumu. Šiai problemai spręsti buvo sukurti Dash, Monero, ZCash ir kt. kriptovaliutos;



















- sudėtinga ir brangi gavyba. Apytiksliai kas keturi metai Bitkoino tinkle vyksta naujų kriptovaliutos vienetų generavimo greičio sumažėjimas. Tai vyksta dėl tos priežasties, kad Bitkoino kiekis yra baigtinis, skirtingai nuo tradicinės valiutos, kurios teoriškai centriniai bankai gali spausdinti kiek nori. Todėl kad tam tikrą laiką tarpą, kuris lygus apytiksliai keturiems metais, naujų bitkoinų generavimo greitis sumažinamas dviem kartais kaskart sugeneravus 210000 blokų. Dėl greičio sumažėjimo Bitkoino išgavėjai yra priversti jungtis į grupes, nes kiekvieno atskirai paimto išgavėjo skaičiavimo pajėgumų nebepakanka, kad galėtų surasti naują maišą. Susijungimas į grupes sukelia tinklo centralizavimą, o tai prieštarauja pagrindiniam Bitkoino principui – būti decentralizuotu tinklu;
- nepakankamas funkcionalumas. Bitkoinas – tai kriptovaliuta, jos pagrindinis uždavinys būti instrumentu atsiskaitymo operacijoms, o kadangi transakcijos ilgos, brangios ir neanoniminės (o tinklas centralizuotas) Bitkoinas tampa panašiu į paprastą banką, o ne į naują technologiją finansų srityje. Pats populiariausias sprendimas, kuris papildė kriptovaliutas nauju funkcionalumu yra Ethereum su išmaniaisiais kontraktais.

Viena iš plačiausiai naudojamų atskirų kriptovaliutų reitingavimo požymių yra kriptovaliutos kapitalizacija, t. y. kriptovaliutos vienetų skaičiaus rinkoje ir vieno kriptovaliutos vieneto vertės sandauga. Dešimt didžiausios kapitalizacijos kriptovaliutų pagrindinės rinkos savybės pateikiamos 1 paveiksle.

## 1 paveikslas

*10 didžiausios kapitalizacijos valiutų situacija*

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

☆ 1	 (BTC) <b>BITCOIN</b>	€39,500.55	↑ 0.52%	€743.05 B	€38.13 B	18.81 M BTC	
☆ 2	 (ETH) <b>ETHEREUM</b>	€2,956.43	↑ 2.21%	€339.96 B	€26.20 B	117.45 M ETH	
☆ 3	 (ADA) <b>CARDANO</b>	€2.19	↑ 7.07%	€68.59 B	€5.77 B	32.07 B ADA	
☆ 4	 (HEX) <b>HEX</b>	€0.109208	↑ 5.58%	€62.58 B	€18.04 M	573.00 B HEX	
☆ 5	 (USDT) <b>TETHER</b>	€0.85	↑ 0.20%	€58.76 B	€82.15 B	69.22 B USDT	
☆ 6	 (BNB) <b>BINANCE COIN</b>	€351.80	↑ 0.74%	€53.59 B	€1.90 B	154.53 M BNB	
☆ 7	 (SOL) <b>SOLANA</b>	€171.62	↑ 24.92%	€48.99 B	€12.39 B	292.84 M SOL	
☆ 8	 (XRP) <b>XRP</b>	€0.94	↑ 0.34%	€43.59 B	€4.29 B	46.59 B XRP	
☆ 9	 (DOGE) <b>DOGE COIN</b>	€0.216018	↑ 2.04%	€28.34 B	€1.64 B	131.21 B DOGE	
☆ 10	 (DOT) <b>POLKADOT</b>	€24.30	↑ 2.59%	€24.51 B	€1.89 B	1.03 B DOT	

\* - kriptovaliutų situacija pateikta 2021 m. rugsėjo 9 dienai

\*\* - vertės pateikiamos EUR

1 – kriptovaliutos pavadinimas, simbolis ir kodas; 2 – vieno vieneto vertė; 3 - pokytis per paskutines 24 val.; 4 – rinkos kapitalizacija; 5 – transakcijų apimtys per 24 val.; 6 – kriptovaliutos vienetų skaičius rinkoje; 7 – vertės pokyčio paskutinių 7 dienų grafikas

Šaltinis: Blockchain.org, 2021

Apibendrinant galima teigti, kriptovaliuta – tai virtuali sistema, kuri funkcionuoja kaip mainų priemonė, neturi vidinės vertės, saugoma ir išgaunama elektroniniu pavidalu blokų grandinėje, kuri kuria ir kontroliuoja piniginius vienetus panaudojant kriptografijos metodus, leidžiančius tikrinti lėšų pervedimus. Kriptovaliutų atsiradimo tikslas yra išspręsti dvi problemas: pasitikėjimo ir transakcijų be tarpininkų. Pirmoji ir iki šiol populiariausia kriptovaliuta – Bitkoinas. Šiuo metu egzistuoja 2663 skirtingų kriptovaliutų. Kiekviena iš jų pasižymi savo blokų grandinės sudarymo algoritmais, transakcijų vykdymo principais, gavybos kaina ir sudėtingumu, skirtinga verte ir rinkos kapitalizacija ir t. t.

## 1.2. Kriptovaliutos ypatumai

Atsiradus Bitkoinui ir kitoms kriptovaliutoms, iškilo visa eilė klausimų, susijusių su kriptovaliutų privalumais ir rizikomis. Laikui bėgant buvo ieškomas bendras įvairių sričių sutarimas šių privalumų ir rizikų atžvilgiu. Galima išskirti tokius kriptovaliutų privalumus, kaip žemi transakcijų mokesčiai ir didelis mokėjimų greitis, o taip pat tarpininkų nebuvimas bei anonimiškumas.

**Žemi transakcijų mokesčiai ir didelis mokėjimų greitis.** Remiantis Chepurnoy, Kharin ir Meshkov (2018), Bitkoinas ir buvo sukurtas tam, kad teiktų tokias inovacijas. Tokie kriptovaliutų ypatumai leidžia žmonėms visame pasaulyje dirbti be kokių nors tarpininkų, tokių kaip bankai, korporacijos, teisininkai, brokeriai ir kt., kurie visada sukuria ir padidina transakcijų kaštus. Šiuo metu egzistuoja mokėjimai, kurie kainuoja santykinai brangiai ir trunka pakankamai ilgai. Pavyzdžiui, jei vienas asmuo nori atlikti piniginių pervedimą kitam asmeniui, kuris yra kitoje šalyje, jam reikia naudotis kokio nors banko ar tarpininko paslaugomis, kurios gali kainuoti iki 10 proc. ir trukti iki 5 dienų. Pasinaudodamas kriptovaliuta toks asmuo pervedimą gali atlikti per kelias sekundes ir tai jam kainuos iki 2 proc. nuo pervedamos sumos. Tokiu būdu kriptovaliutos mažina piniginių pervedimų kaštus ir laiką, o pervedimus asmenys gali atlikti bet kada ir iš bet kur (Moore, Stephen, 2016).

**Tarpininkų nebuvimas.** Tarpininkų nebuvimas kasdieniniuose mokėjimuose taip pat mažina bet kokio sandorio transakcinius kaštus. Pavyzdžiui, kreditinių kortelių tinkle, kiekvienas vartotojas už transakciją moka tam tikras palūkanas bankui ir tam tikrą kortelės aptarnavimo mokestį. Tuo tarpu mokėjimo kreditine kortele gavėjas moka tam tikrą procentą nuo mokėjimo sumos. Šiuo atveju už kiekvieną transakciją moka pirkėjas ir pardavėjas. Kriptovaliutų atveju tarpininkas neegzistuoja ir lėšos iš mokėtojo patenka tiesiogiai gavėjui, o skaičiuojamas bendras transakcijos mokestis iki 2 proc., priklausomai nuo kriptovaliutos. Tai taip pat mažina tokio atliekamo mokėjimo kaštus ir jis būna iki 10 kartų efektyvesnis nei mokėjimai kreditinių kortelių tinkle (Zhong, Wu, Xie, 2019).

**Anonimiškumas.** Kriptovaliutos tinkle realizuotas „stūmimo“ mechanizmas, kuris leidžia tinklo dalyviams, turintiems savo piniginių privačius raktus, pardavėjui siūsti tik būtiną pinigų sumą už prekes ar paslaugas, o ne visus asmeninius duomenis, tokius, kaip fizinis adresas, pavardė, vardas. Tuo tarpu kreditinių kortelių tinklai tokio anonimiškumo lygio neužtikrina (Judmayer, Stifter, Krombholz, Weippl, 2017).

Kaip nurodo Rahmatian (2019), kaip tam tikrą kriptovaliutų privalumą galima išskirti ir jų infliacinį pobūdį. Tokį pobūdį jos įgauna dėl fiksuoto kriptovaliutos skaičiaus. Skirtingai nuo tradicinių valiutų, kurių vertę valstybė gali reguliuoti pasinaudodama monetarinės ar fiskalinės politikos sprendimais, kriptovaliutos turi ribotą savo vienetų skaičių, kurio padidinti ar sumažinti neleidžia pats blokų grandinės mechanizmas. Todėl tikėtina, kad tokių kriptovaliutų vertė didės, o tai reiškia, kad asmuo, įsigijęs, pavyzdžiui, Bitkoiną šiuo metu, dėl jo vertės padidėjimo ateityje, kurį lems Bitkoino paklausos padidėjimas, galės panaudoti naudingiau, nepaisant infliacijos. Tačiau kriptovaliutos sukelia ir tam tikras rizikas.

**Reguliavimo trūkumas.** Atsiradus kriptovaliutomis, jų anonimiškumas atvėrė duris nusikalstamo pasaulio vykdomam pinigų plovimui, sukčiavimui ir vagystėms. Tai gali pasireikšti

įvairiausiomis formomis: blokų grandinės vartotojų piniginių vagystės, atskirų vartotojų grupių ar pavienių asmenų atakavimas kenkėjiškomis programomis (Sigler, 2018). Vyriausybių negebėjimas sekti veiklą kriptovaliutos tinkluose sukėlė didelio masto kibernetines atakas. Kriptovaliutų tinklai tapo pinigų už šantažą užkrėsti kompiuterius virusu pervedimo kanalais. Taip pat pinigai gali dingti iš vartotojo piniginės jei jis pames ar perduos kažkam savo raktą. Todėl kai kurios organizacijos, kaip nurodo Antonopoulou (2017), priimančios tradicinius elektroninius mokėjimus mainais į kriptovaliutą gali plačiau ir ilgiau tikrinti pirkėjo tapatybę ir jo patikimumą.

**Dideli kainų svyravimai.** Kriptovaliutos turi laibai stiprius savo kainų svyravimus laike ir jomis prekiaujama skirtingomis kainomis dideliame prekybos kriptovaliutomis biržų skaičiuje be centralizuoto kainų agregavimo mechanizmo. Šie svyravimai, kaip nurodo Bianchi (2020), gali sukelti pakeitimo efektą, kada paklausos vektorius pakeičia kryptį į kitas kriptovaliutas. Aukštas kriptovaliutų kainų svyravimas apsunkina jų, kaip taupymo priemonės, panaudojimą. Paprastai po to, kai pardavėjai priima kriptovaliutą kaip mainų priemonę, jie stengiasi ją greitai konvertuoti į tradicinę valiutą, kad išvengtų nepageidaujamų nuostolių (Nian, Chuen, 2015). Tačiau, kaip teigia Guesmi, Saadi, Abid ir Ftiti (2019), kainų svyravimai gali sudaryti puikias galimybes investuotojams patalpinti kriptovaliutas į savo investicijų portfelį.

**Apskaitos vienetą.** Ši savybė būdinga visoms tradicinėms valiutomis. Tai reiškia, kad kriptovaliutos pagalba galima matuoti prekių ar paslaugų vertę. Kada tai vykdoma kriptovaliutų pagalba, pirkėjams yra labai sudėtinga suvokti prekių ar paslaugų kainas, išreikštas kriptovaliutomis, nes dėl didelių jų kainų svyravimų pardavėjai gali būti priversti iki kelių kartų per dieną perskaičiuoti savo parduodamų prekių ar teikiamų paslaugų kainas (Ghabri, Guesmi, Zantour, 2021).

Apibendrinant galima teigti, kad kriptovaliutos nefunkcionuoja kaip tradicinės valiutos, tačiau tuo pačiu gali būti priimamos kaip mainų priemonė. Kriptovaliuta turi didelį potencialą pakeisti elektroninių atsiskaitymų sistemas, o taip pat gali būti patraukli kaip investicinis turtas. Tačiau jos nevienareikšmiškumas sukuria visą eilę rizikų kriptovaliutų vartotojams ar net tokiems institutams kaip bankai ar vyriausybė.

### **1.3. Veiksniai darantys įtaką kriptovaliutų kainoms**

Tradicinis ekonominis apibrėžimo to, kas yra vadinama pinigais, būdas remiasi pagrindiniu pinigų funkcijų rinkiniu. Visų pirma, pinigai yra mainų priemonė, t. y. tarpininkavimo mechanizmas, kuris išlygina abiejų prekybinio sandorio šalių reikalavimus. Kita funkcija – tai pinigų gebėjimas būti matavimo vienetu, būtinu užtikrinti parduodamų prekių ir paslaugų palyginamumą. Dar viena pinigų funkcija yra gebėjimas laikui bėgant išsaugoti vertę. Kai kurie

autoriai bandė interpretuoti kriptovaliutų vaidmenį remdamiesi šiuolaikiniu pinigų apibrėžimu. Pavyzdžiui, Bjerg (2016) Bitkoinui bandė pritaikyti eilę šiuolaikinių pinigų teorijų. Minėtas autorius sukūrė analizės metodą remdamasis principu, kad Bitkoinas – tai prekiniai pinigai be aukso, popieriniai pinigai be valstybės ir kreditiniai pinigai be skolos ir nors jie nėra padengti auksu, valstybės ar skoliniais įsipareigojimas, būtų klaida jį laikyti kuo nors kitu nei pinigais. Kita vertus, pagal Yermack (2015), kriptovaliutos neturi klasikinių pinigų savybių, nes jos neturi vidinės vertės, reikalauja ilgalaikio transakcijų patikrinimo proceso ir pasižymi labai dideliais kainų svyravimais.

Nepaisant įvairių argumentų dėl kriptovaliutų, kaip valiutos adekvatumo, praktiškai visi autoriai sutinka su tuo, kad kriptovaliutų kaip valiutos ateitis priklauso nuo vartotojų ir prekybininkų jos priėmimo ir pasitikėjimo ja (Luther, 2016). Tolimesnis kriptovaliutų naudojimas gali užbaigti jų pavertimą neteisėtos veiklos platforma ar spekuliaciniu turtu (Raskin, Yermack, 2018).

Kaip nurodo Poyser (2019), kriptovaliutų kainų veiksniams vertinti paprastai naudojamos dvi kintamųjų kategorijos. Viena iš kategorijų tai nuotaikų kintamieji, atspindintys kriptovaliutų priėmimą ir patrauklumą. Kita kategorija – tai makroekonominiai ir finansiniai kintamieji, tačiau atliekant kriptovaliutų kainų analizę šiais kintamaisiais, naudojamas mažiausiai vienas papildomas kintamasis, kuris atspindi kriptovaliutų patrauklumą investuotojams.

Nuotaikų kintamųjų naudojimo pavyzdžiu gali būti Kaminski (2014) atliktas tyrimas. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti Bitkoino rinkos rodiklių koreliacijas ir priežastinius ryšius su pranešimais Twitter socialiniame tinkle, kuriuose buvo tiriami emociniai signalai Bitkoino atžvilgiu. Tyrimo laiko intervalas buvo 104 dienos. Šiuo laikotarpiu buvo surinkta ir išanalizuota apie 160 tūkst. pranešimų, kuriuose buvo paminėtas Bitkoinas teigiamų, neigiamų ar neutralių emocijų kontekste. Buvo nustatyta, kad šios emocijos statistiškai reikšmingai koreliuoja su Bitkoino dienos uždarymo kaina ir jų prekybos apimtimi. Tačiau Granger priežastingumo testas neparodė reikšmingo priežastinio Twitter pranešimų emocijų ir Bitkoino rinkos rodiklių ryšio. Taip pat tyrimo rezultatai parodė, kad didesnės prekybos apimtys sukelia didesnę pranešimų skaičių, jei įvertintume 24-72 valandų vėlinimą. Toks ryšys buvo statistiškai reikšmingas, kas leido daryti išvadą, kad pranešimų skaičius Twitter socialiniame tinkle Bitkoino atžvilgiu labiau yra prekybos šia kriptovaliuta pasekmė.

Panašų tyrimą atliko Yelowitz, Wilson (2015), kurių atlikto tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti vartotojų, besidominčių Bitkoinu, savybes. Tyrimui buvo naudojami 2,5 metų (2011 m. sausio – 2013 m. liepos) laikotarpio Google Trends duomenys. Google Trends yra naudojamas gauti duomenis apie tikslias užklausų sąlygas, o taip pat temas, kurios įvertina ir susijusias užklausas. Duomenų analizei buvo naudojamas regresinės analizės metodas. Išanalizavus duomenis buvo

nustatyta, kad didžiausią susidomėjimą Bitkoinu rodo vartotojai, kurie taip pat internete domisi kompiuteriniu programavimu ir neteisėta veikla. Tuo tarpu ryšys tarp vartotojų, kurie domisi internete politika ir ekonomika, ir jų domėjimasis Bitkoinu yra silpnas ir statistiškai nereikšmingas. Todėl galima daryti prielaidą, kad interneto vartotojų domėjimasis kriptovaliutomis priklauso nuo jų domėjimosi kitomis veiklos sritimis.

Kim, Kim, J., Im (2017) tyrimo tikslas buvo išanalizuoti socialinio aktyvumo kriptovaliutų bendruomenėse ryši su kriptovaliutų kainų pokyčiais. Buvo analizuojami 3 mėnesių pranešimai, komentarai ir atsakymai, skelbti virtualiose kriptovaliutų bendruomenėse. Kiekvienas toks pranešimas, komentaras ir atsakymas buvo vertinamas kaip teigiamas arba neigiamas kriptovaliutų atžvilgiu. Taip pat buvo analizuojami ir kriptovaliutų kainų pokyčiai tame pačiame laikotarpyje. Tyrimui buvo pasirinktos trys kriptovaliutos: Bitcoin, Ethereum, ir Ripple. Duomenų analizei buvo naudojami koreliacinės analizės metodas ir Granger priežastingumo testas. Buvo nustatyta, kad reikšmingas ryšys tarp virtualių kriptovaliutų bendruomenių narių vertinimų ir kriptovaliutų kainų pokyčių egzistuoja Ripple kriptovaliutos atveju. Kitoms kriptovaliutomis tokie ryšiai buvo statistiškai nereikšmingi. Tyrimo autoriai apibendrinę kartu ir kitų autorių tyrimų rezultatus padarė išvadą, kad socialinių tinklų bendruomenių nuotaikos atspindi tik pigių kriptovaliutų kainų pokyčius. Tuo tarpu toks teiginys brangioms kriptovaliutomis negalioja.

Makroekonominių ir finansinių veiksnių įtaką kriptovaliutų kainoms taip pat galima iliustruoti įvairių autorių atliktais tyrimais. Pavyzdžiui, Kristoufek (2015) tyrimo tikslas buvo nustatyti veiksnius, darančius įtaką vienai iš populiariausių valiutų – Bitkoino kainai. Kaip kriptovaliutų kainai įtaką darantys veiksniai buvo nagrinėjami įvairūs ekonominiai, transakciniai, techniniai ir socialiniai veiksniai. Kaip priklausomas kintamasis tyrime buvo naudojamas Bitkoino kainos indeksas JAV doleriais. Priklausomi kintamieji, tai blokų grandinės kintamieji (Bitkoinų skaičius rinkoje, transakcijų skaičius, maišos indeksas ir kt.), Bitkoino kaina eurais ir svarais sterlingais, paieškų, susijusių su Bitkoinu, skaičius įvairiose paieškos sistemose, finansinio streso indeksas ir aukso kaina. Remdamasis atliktos analizės rezultatais tyrimo autorius pristatė diskusiją Bitkoino dvilypumo (kaip skaitmeninės valiutos ar spekuliacinio turto) atžvilgiu nurodydamas, kad nors Bitkoinas yra laikomas spekuliaciniu turtu, buvo nustatyta, kad standartiniai, fundamentalūs veiksniai – naudojimas prekyboje, transakcijų skaičius ir kainų kitų valiutų atžvilgiu lygis – daro įtaką šios kriptovaliutos kainai ilgalaikėje perspektyvoje. Tuo tarpu trumpalaikėje perspektyvoje Bitkoino kainai daro įtaką susidomėjimo šia kriptovaliuta laipsnis. Todėl galima teigti, kad šiuo metu Bitkoinas vaidina tam tikros valiutos vaidmenį, tačiau tuo pačiu tai unikalus turtas, kuris palaipsniui iš finansinio turto virsta spekuliaciniu.

Bitkoino kainų pokyčius buvo bandyta susieti su aukso kainų pokyčiais. Dončić (2020) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti priežastinį ryšį tarp Bitkoino kainų pokyčių ir aukso

kainų pokyčių globalioje finansų rinkoje. Buvo bandyta nustatyti ar galima prognozuoti Bitkoino kainos pokyčius pasinaudojant aukso kainų pokyčiais. Tyrimui buvo naudojami 2019 m. sausio – gruodžio mėnesių duomenys. Analizei buvo naudojamas Granger priežastingumo testas. Tyrimo rezultatai parodė, kad istoriniai aukso kainos globalioje rinkoje pokyčių duomenys negali būti naudojami prognozuoti Bitkoino kainų pokyčius. Tačiau, kita vertus, tyrimo rezultatai parodė galimybę panaudoti tam tikrų veiksnių istorinius duomenis Bitkoino kainos prognozei.

Cheah ir Fry (2015) išanalizavo Bitkoino kainų pokyčius įvairiais laikotarpiais ir nustatė, kad egzistuoja Bitkoino spekuliaciniai burbulai. Tai patvirtintų kitų autorių, pavyzdžiui, Baek ir Elbeck (2015), teiginį, kad Bitkoinas yra spekuliacinis turtas, tačiau Bitkoino svarba didėja, todėl tikėtina, kad jo svarba didės ir toliau ir jo kaina taps labiau stabili. Jei Bitkoinas turi spekuliacinio turto požymių, jo kainai gali turėti įtakos vartotojų elgsena rinkoje.

Gozbasi ir Altinoz, B., Sahin (2021) siekė patikrinti kombinuotą finansinių ir socialinių veiksnių poveikį Bitkoino kainai. Priklausomu kintamuoju buvo pasirinkta Bitkoino kaina, o nepriklausomais kintamaisiais aukso kaina, Bitkoino paminėjimų socialiniame tinkle Twitter ir paieškų, susijusių su Bitkoinu, skaičius Google paieškos sistemoje. Buvo nustatyta, kad Bitkoino kaina labiau svyruojanti nei aukso, o pats Bitkoinas yra mažiau likvidus nei auksas. Todėl šiuo metu Bitkoinas kaip investavimo objektas negali pakeisti aukso. Tai pat buvo nustatyta, kad nei ilguoju, nei trumpuoju laikotarpiu aukso kaina nėra reikšmingai susijusi su Bitkoino kaina. Tuo tarpu Bitkoino paminėjimų Twitter socialiniame tinkle skaičius trumpuoju laikotarpiu su Bitkoino kaina yra susijęs teigiamu ir statistiškai reikšmingu ryšiu.

Kapar ir Olmo (2021) tyrė makroekonominių, technologinių ir nuotaikos veiksnių įtaką Bitkoino kainai. Kaip nuotaikos veiksnys buvo naudojamas Bitkoino, kaip raktinio žodžio, Google paieškose paminėjimų skaičius, o taip pat Federalinės Rezervų Sistemos skelbiamas finansinio streso indeksas, kuris atspindi nuotaikas pasaulinėse finansų rinkose. Kaip technologinis parametras buvo naudojama Bitkoino maišos galios (angl. hash rate) parametras. Taip pat tyrime buvo naudojamas makroekonominių parametru, potencialiai galinčių paaiškinti Bitkoino kainų svyravimus, rinkinys. Tai tokie makroekonominiai kintamieji, kaip S&P 500 indeksas, atspindintis kainų pokyčius pasaulinėse finansų rinkose, aukso, į kurį investavimas turi panašumu su prekyba Bitkoinais, kaina. Atlikta duomenų analizė parodė, kad 2010 m. liepos – 2018 m. sausio mėnesių laikotarpio Bitkoino kainos pokyčius gali paaiškinti keturi kintamieji; su Bitkoinu susijusių Google paieškų skaičius, S&P 500 indeksas, aukso kaina ir Federalinės Rezervų Sistemos skelbiamas finansinio streso (investuotojų nuotaikos) indeksas. Bitkoino mašos galia reikšmingos įtakos šios kriptovaliutos kainos pokyčiams nedarė. S&P 500 indeksas ir su Bitkoinu susijusių Google paieškų skaičius daro teigiamą įtaką Bitkoino kainų pokyčiams, o S&P 500 indeksas ir aukso kaina – neigiamą. Šie empiriniai rezultatai leido padaryti išvadą, kad analizuojamu



laikotarpiu Bitkoinas buvo prociklinis, jo kainos pokyčius lėmė investuotojų susidomėjimas kriptovaliutomis ir teigiamai koreliavo su rinkos portfeliu.

Išanalizavęs įvairių autorių naudojamus kintamuosius, aiškinančius kriptovaliutų kainų pokyčius, Sovbetov (2018) pasiūlė juos skirstyti į vidinius ir išorinius. Vidiniams veiksniams autorius priskiria tokius veiksnius, kaip gavybos kaštai, transakcijų kaštai, gavybos sudėtingumas, kriptovaliutos tinklo saugumas ir t. t. Kita veiksnių grupė – tai išoriniai veiksniai, kurie savo ruožtu skirstomi į patrauklumo veiksnius, rinkos veiksnius, makroekonominčius veiksnius ir makrofinansinius veiksnius.

**Vidiniai veiksniai.** Tai veiksniai, darantys tiesioginę įtaką kriptovaliutų kainai. Bet kurios kriptovaliutos gavyboje naudojami skaičiavimo išteklių, kurių funkcionavimui reikalinga elektros energija, už kurią reikia mokėti. Šie išteklių nukreipiami kriptovaliutų gavybai, konkuruojant su dideliu išgavėjų skaičiumi. Visi išgavėjai yra motyvuojami pelnu. Kuo galingesnis išgavimo procesas, t. y. kuo aukštesnis maišos indeksas, tuo didesnė sėkmingo išgavimo tikimybė. Hayes (2017) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo išsiaiškinti vidinius veiksnius, kurie daro įtaką kriptovaliutų kainai. Panaudodamas empirinius duomenis, apimančius 66 plačiausiai naudojamą valiutas, tyrimo autorius patikrino kriptovaliutų gavybos kaštų įtaką jų kainoms. Buvo nustatyta, kad kriptovaliutos kaštų mažėjimas daro neigiamą įtaką kriptovaliutų kainoms. Didėjantis įrangos, reikalingos kriptovaliutų gavybai, efektyvumas, mažesnės pasaulinės elektros energijos kainos ir mažesnis kriptovaliutų gavybos sudėtingumas mažina ribinius gamybos kaštus. Padidėjęs kriptovaliutų gavybos efektyvumas mažina gavybos savikainą ir daro teigiamą įtaką jos kainai. Tokiu būdu techninis progresas ir tinklo dydis (gavybos sudėtingumas) daro įtaką kriptovaliutų kainai.

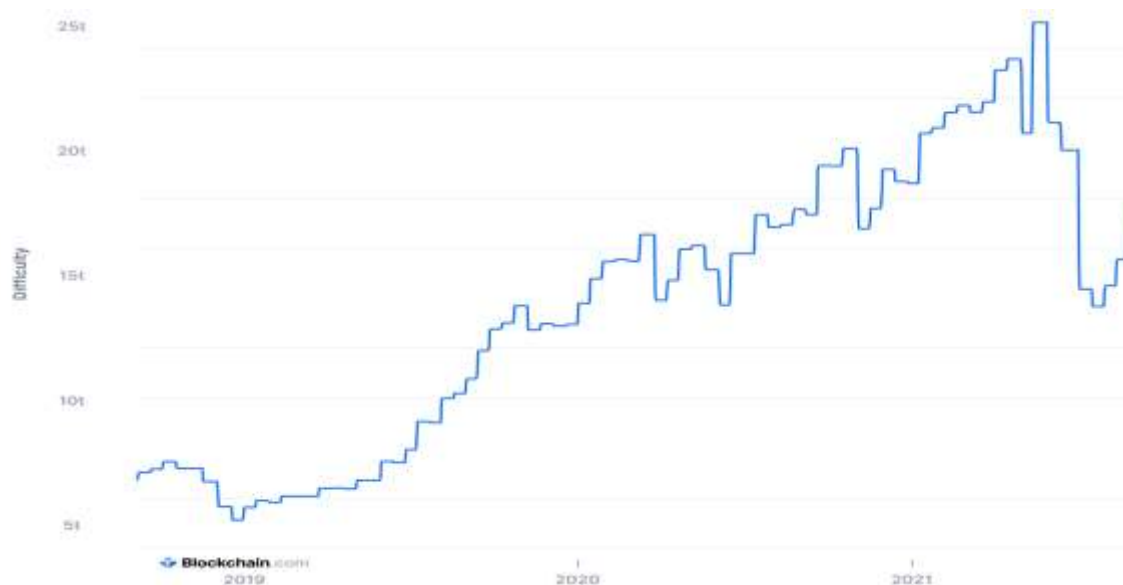
Tokiu būdu kriptovaliutų gavybą galima traktuoti kaip tam tikrą investavimo į kriptovaliutas rūšį. Potencialus kompiuterio savininkas investuoja į įrangą ir netiesiogiai gauna kriptovaliutą jos gavybos sąskaita. Šiuo atveju galimi du efektai. Padidėjusi kriptovaliutos kaina gali paskatinti rinkos dalyvius investuoti į gavybą, kas padidins maišos greitį ir sudėtingumą. Tačiau didėjantis sudėtingumas ir maišos greitis sukelia reikalavimų įrangos ir naudojamos elektros energijos kiekio padidėjimui. Tai išgavėjus verčia pasitraukti iš kriptovaliutų gavybos. Tie išgavėjai, kurie anksčiau išgaudavo kriptovaliutą, gali tapti šios kriptovaliutos pirkėjais ir padidinti jos paklausą, kas gali padidinti jos kainą (Kristoufek, 2015).

*Kriptovaliutos sistemos sudėtingumas.* Tinklo sudėtingumas atspindi esamą kriptovaliutų sistemos skaičiavimo galią, matuojamą maiša. Tokiu būdu, užtikrinamas minimaliai būtinas tinklo vartotojų skaičiavimo sudėtingumo efektyvumas. Kita vertus, maišos greitis atspindi kitą sistemos našumo rodiklį, kuris išreiškiamas sistemos sudėtingumu. Sudėtingumas perskaičiuojamas kas 2016 bloką po 10 minučių, kas sudaro apie dvi savaites (McBee, Wilcox, 2020).

Kaip jau buvo minėta, kriptovaliutos išgavimui reikalingos ženkliai didelės energijos sąnaudos. Šios sąnaudos nuolatos didėja, nes kiekvienais metais į kriptovaliutų gavybą įsitraukia vis daugiau kompiuterių vartotojų. Tuo pačiu tinklo algoritmai tampa labiau sudėtingais, kas didina reikalavimus skaičiavimo pajėgumams ir didina sunaudojamos elektros energijos kiekius. Tinklo sudėtingumas 2019-2021 metais pateiktas 2 pav.

## 2 paveikslas

*Bitkoino tinklo sudėtingumas 2019-2021 metais*



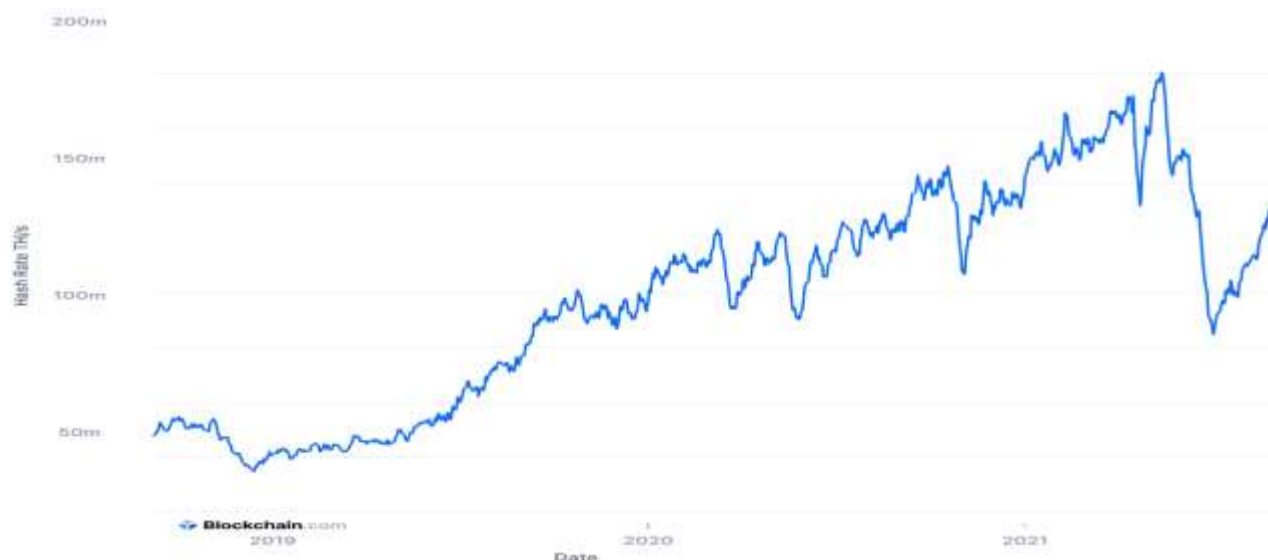
Šaltinis: Blockchain.org, 2021

Kim, Bock ir Lee (2021) atliko tyrimą, kuriuo siekė išsiaiškinti kokios Ethereum kriptovaliutos blokų grandinės savybės (tame tarpe ir tinklo sudėtingumas) daro įtaką šios kriptovaliutos kainai. Atlikus duomenų analizę buvo nustatyta reikšminga koreliacija tarp tinklo sudėtingumo ir Ethereum kriptovaliutos kainos.

*Maišos galia.* Tai dar vienas veiksnys, kuris gali daryti įtaką kriptovaliutų kainoms. Bendru atveju kriptovaliutos maišos galia – tai matavimo vienetas, kurio pagalba nustatoma visų įrenginių, dalyvaujančių kriptovaliutos išgavimo procese galia. Paprastai maišos galia matuojama terahešais per sekundę, kas reiškia, kad visi įrenginiai, šiuo metu dalyvaujantys kriptovaliutos išgavime per sekundę atlieka  $10^{12}$  operacijų. Kuo didesnė maišos galia, tuo greičiau randama maišos funkcija ir gaunamas atlygis už jos radimą kriptovaliutos pavidalu. Maišos galia 2019-2021 metais pateikta 3 pav.

### 3 paveikslas

*Bitkoino maišos galia 2019-2021 metais*



Šaltinis: Blockchain.org, 2021

Tyrimo, kurį atliko Aoyagi ir Hattori (2019) tikslas buvo įvertinti ryšį tarp Bitkoino kainos ir maišos galios, o tai pat nustatyti šio ryšio kryptį. Buvo analizuojama 2010 m. liepos – 2019 m. birželio mėnesių laikotarpis. Duomenų analizei buvo naudojama vektorinė autoregresija ir Granger priežastingumo testas. Atliktos analizės rezultatai parodė statcionarų ir statistiškai reikšmingą ryšį tarp Bitkoino kainos ir maišos galios ilgalaikiame laikotarpyje. Granger priežastingumo testo rezultatai leido padaryti išvadą, kad maišos galia daro įtaką Bitkoino kainai, o Bitkoino kaina įtakos maišos galiai nedaro.

*Sistemos saugumas.* Įvertinant tai, kad internetas yra gyvybiškai svarbi kriptovaliutų transakcijų dalis, viena iš reikšmingų problemų, su kuriomis susiduria kriptovaliutų sistemos – tai kibernetinio saugumo problemos, kurios gali net sužlugdyti šias sistemas. Būdamos skaitmeninėmis valiutomis, kriptovaliutos yra labiau paveikios kibernetinėms atakoms nei popieriniai pinigai. Kriptovaliutų negalima saugoti banke, todėl sistemos vartotojai saugo jas savo skaitmeninėse piniginėse, kurios ne tik reikalauja tam tikrų išlaikymo kaštų, tačiau ir yra pažeidžiamos įvairių kibernetinių įsilaužimų atžvilgiu. Be to, kriptovaliutų vartotojams nesiūlomos kokios nors jų turimų skaitmeninių lėšų draudimo formos (Zaghloul, Li, Mutka, Ren, 2020).

Tyrimo, kurį atliko Ciaian, Kancs ir Rajcaniova (2021), tikslas buvo išanalizuoti Bitkoino sistemos saugumo įtaką šios kriptovaliutos kainai, o taip pat veiksnius, kurie daro įtaką Bitkoino tinklo saugumui. Tyrimui buvo naudojami 2014-2019 metų duomenys. Duomenų analizei buvo naudojamas autoregresinio paskirstyto vėlinimo metodas. Duomenų analizės rezultatai parodė, kad Bitkoino sistemos saugumas (vagysčių iš vartotojų piniginių ir kibernetinių atakų, susijusių

su Bitkoino tinklu, skaičius) daro neigiamą ir reikšmingą įtaką šios kriptovaliutos kainai. Taip pat tyrimu buvo nustatyta, kad, kad Bitkoino išgavimo kaštai daro neigiamą įtaką tinklo saugumui. Tai reiškia, kad didėjant Bitkoino išgavimo kaštams mažėja kibernetinių atakų Bitkoino tinkle skaičius. Tyrimo autoriai tokį ryšį aiškina tuo, kad be investicijų į efektyvesnę Bitkoinų išgavimo įrangą, šios kriptovaliutos išgavėjai papildomai investuoja į įvairias kitas saugumo priemones.

Apibendrinant vidinius veiksnius, darančius įtaką kriptovaliutų kainai, galima teigti, kad įvairių autorių atliktų empirinių tyrimų rezultatai parodo, kad visa eilė veiksnių, susijusių su kriptovaliutų išgavimu daro įtaką jų kainai. Tokie išgavimo parametrai kaip maišos galia ir tinklo sudėtingumas skatina kriptovaliutų kainų augimą. Taip pat didėjant energijos suvartojimo kaštams, išgavėjai investuoja į labiau efektyvią įrangą, skirtą kriptovaliutų išgavimui. Tuo tarpu efektyvios įrangos naudojimas mažina išgavimo savikainą, o mažėjanti kriptovaliutų išgavimo savikaina daro neigiamą įtaką kriptovaliutų kainų mažėjimui.

**Išoriniai veiksniai.** Kaip nurodo Sovbetov (2018), be vidinių veiksnių, kurie daro įtaką kriptovaliutų kainai, egzistuoja ir eilė išorinių veiksnių, kuriuos tikslinga suskirstyti į kelias grupes. Viena iš tokių veiksnių grupių tai kriptovaliutų rinkos veiksniai, susiję su jų paklausa ir pasiūla. Poyser (2019) nuomone, paklausos ir pasiūlos veiksniai turėtų būti priskirti vidiniams veiksniams, tačiau Sovbetov (2018) teigimu dėl prekybos kriptovaliutomis antrinėje rinkoje, juos tikslinga priskirti išoriniams veiksniams.

**Kriptovaliutų rinkos veiksniai,** kaip jau minėta yra susiję su kriptovaliutų pasiūla ir paklausa. Siekdami išsiaiškinti veiksnius, kurie daro įtaką Bitkoino kainai, Lamothe-Fernández, Alaminos, Lamothe-López ir Fernández-Gámez (2020) atliko tyrimą, kuriame buvo tiriama 28 įvairaus pobūdžio veiksnių įtaka Bitkoino kainai. Tarp visų veiksnių buvo analizuojami tokie Bitkoino rinkos veiksniai, kaip *dienos transakcijų Bitkoinais vertė, Bitkoinų, cirkuliuojančių tinkle, skaičius, transakcijų Bitkoinais skaičius per dieną*. Buvo pasirinktas 122 dienų tyrimo laikotarpis. Duomenų analizei buvo naudojamas vidurkių kvadratų paklaidos metodas, kurio rezultatų tikslumas buvo tikrinamas gilių neuroninių sprendimo medžių pagalba. Buvo nustatyta, kad tarp kitų kintamųjų reikšmingą įtaką Bitkoino kainai darė dienos transakcijų Bitkoinais vertė ir transakcijų Bitkoinais skaičius per dieną. Tuo tarpu Bitkoinų, cirkuliuojančių tinkle, skaičius įtakos jų kainai nedarė.

**Kriptovaliutos populiarumas.** Nors kriptovaliutos populiarumą (patrauklumą) Sovbetov (2018) priskiria prie rinkos veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutų kainai, Poyser (2019) kriptovaliutos populiarumą nusakančius veiksnius išskiria į atskirą išorinių veiksnių grupę.

*Užklausų paieškos sistemos skaičius.* Vienas iš kriptovaliutos populiarumą nusakančių rodiklių, tai užklausų apie atitinkamą kriptovaliutą skaičius įvairiuose interneto ištekliuose. Kaip teigia Kristoufek (2015), kai susidomėjimas kriptovaliuta padidėja, jos panaudojimas gali gauti

teigiamą impulsą, kas tikėtina gali padidinti šios kriptovaliutos kainą. Numatoma, kad minėtų rodiklių įtaka kriptovaliutų kainai bus teigiama.

Kaip teigia Georgiou, Georgiadi ir Sapuric (2020) veiksmai kriptovaliutų rinkoje yra pasižymi anonimiškumu, todėl juos yra sunku tirti. Tai reiškia, kad standartiniai instrumentai, skirti vertinti socialines situacijas ir tendencijas nėra tinkami naudoti aplinkoje, kurioje plačiai naudojami kriptografiniai metodai, kurių pagalba yra slepiama reali vartotojų asmenybė. Todėl minėti autoriai atliko tyrimą, kuriuo bandė susieti kriptovaliutų kainas su kriptovaliutų rinkos vartotojų nuotakomis. Tam autoriai pasitelkė Vikipediją, nes portalas leidžia surinkti įvairias nuomones, nes straipsnius šiame portale redaguoja žmonių grupės. Tai reiškia, kad informacija, pateikiama šiuose straipsniuose gali būti patraukli ir naudinga skaitytojams labiau, nei informacija, skelbiama atsitiktiniuose informacijos šaltiniuose. Vikipedijos straipsniai dažnai atsiduria pirmose tokių sistemų, kaip Google, Bing, Yahoo paieškų rezultatų pozicijose. Paprastai informacijos paklausą lemia įvairūs įvykiai (pavyzdžiui, staigūs kriptovaliutų kainų pokyčiai). Vikipedija pateikia tik tą informaciją apie kriptovaliutas, kuri yra svarbi šio internetinio išteklių vartotojų bendruomenei. Šis filtras padeda identifikuoti valiutas, kurios turi reikšmingą įtaką regioninėms rinkoms. Stolarski, Lewoniewski ir Abramowicz (2020) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo įvertinti susidomėjimo kriptovaliutomis įtaką jų kainoms. Susidomėjimui įvertinti buvo naudojami straipsnių, patalpintų Vikipedijoje perskaitymų ir redagavimų skaičius, o taip pat užklausų apie atitinkamas kriptovaliutas Google paieškos sistemoje skaičius. Tyrimo laikotarpis apėmė 2011-2019 metus. Duomenų analizei buvo naudojami koreliacinės ir regresinės analizės metodai, o taip pat Granger priežastingumo testas. Atlikta duomenų analizė leido padaryti išvadą, kad naudojant Vikipedijos straipsnių skaitymo ir redagavimo dažnį, o taip pat užklausų, susijusių su kriptovaliutomis skaičių Google paieškos sistemoje, galima prognozuoti kriptovaliutų kainas su tam tikru vėlinimu. Atlikus Granger priežastingumo testą buvo nustatyta, kad straipsnių Vikipedijoje redagavimų ir skaitymų skaičiaus pokyčiai 1-2 mėnesius atsilieka nuo kriptovaliutų kainų pokyčių.

Süssmuth (2019) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti vartotojų užklausų, susijusių su Bitkoinu, skaičiaus įvairiose internetinėse paieškos sistemose sąsajas su Bitkoino kaina. Tyrimui buvo naudojami 2015-2017 metų duomenys, kurie buvo analizuojami regresinės analizės metodu ir Granger priežastingumo testu. Iš pradžių tyrimo autorius nustatė, kad užklausų, susijusių su Bitkoinu, Google paieškos sistemoje staigių Bitkoino kainos šuolių prognozuoti negalima, nes paprastai Bitkoino kainos šuolis vyksta prieš užklausų Google paieškos sistemoje skaičiaus padidėjimą. Tuomet tyrimo autorius kaip nepriklausomą kintamąjį pasirinko kombinuotą užklausų Google sistemoje ir populiariausioje Kinijoje paieškos sistemoje Baidu skaičių. Buvo nustatyta, kad šis kintamasis leidžia prognozuoti bitkoino kainas dviejų-penkių mėnesių vėlinimu. Tai

reiškia, kad padidėjus bendram užklausų, susijusių su Bitkoinu, skaičiui šiose paieškos sistemose, Bitkoino kainos padidėjimas tikėtinas po dviejų-penkių mėnesių.

Tyrimo, kurį atliko Smuts (2019), tikslas buvo įvertinti užklausų, susijusių su Bitkoinu ir Ethereum, paieškos sistemoje Google ir pranešimų dalinimosi platformoje Telegram skaičiaus ryšį su Bitkoino ir Ethereum kainomis. Tyrimui buvo naudojami 2011-2018 metų duomenys, kurių analizei buvo panaudotas neuroninis tinklas su ilga trumpalaikė atmintimi. Tyrimo rezultatai parodė, kad kainų kriptovaliutai dinamikos ir paieškos internete apimčių ryšys nėra stabiliai teigiamas, nes 2018 metais buvo nustatytos neigiamos Bitkoino ir Ethereum kainų dinamikos ir užklausų Google sistemoje skaičiaus koreliacijos. Tuo tarpu pranešimų skaičius Telegram platformoje griežtai teigiamai koreliuoja su Ethereum ir Bitkoino kainomis, ypač laimingais laikotarpiais, kai šios kainos patiria didelius svyravimus. Taip pat buvo nustatyta, kad pranešimų, patalpintų Telegram platformoje, skaičius yra Bitkoino kainos judėjimo krypties savaitėje indikatorius. Be to nustatyta, kad pranešimų, patalpintų Telegram platformoje skaičius geriau prognozuoja Bitkoino ir Ethereum kainų judėjimo kryptį nei užklausų Google paieškos sistemoje skaičius.

**Makrofinansiniai veiksniai.** Be rinkos ir populiarumo veiksnių, kriptovaliutų kainai gali daryti įtaką ir kiti veiksniai. Kai kurie autoriai, pavyzdžiui, Kliber, Marszałek, Musiałkowska ir Świerczyńska (2019), kriptovaliutas traktuoja kaip „saugų uostą“, apsidraudimo ar diversifikacijos instrumentą. Didėjančios rizikos finansų rinkose sukėlė būtinumą investuoti į kitus aktyvų tipus. Tradiciškai tai buvo taurieji metalai. Teorinis tokių aktyvų pagrindas buvo tai, kad investuotojai stengiasi sumažinti savo nuostolius dėl svyravimų rinkose. Tai ir verčia juos ieškoti investavimo galimybių į taip vadinamus apsidraudimo aktyvus ar diversifikuoti savo investicijas kitų aktyvų pagalba, ar ieškoti aktyvų, kurie jiems būtų tarsi „saugus uostas“ rinkos sukrėtimų laikotarpiu. Todėl buvo ieškomi tokie aktyvai, kurie nekoreliuotų ar koreliuotų neigiamai su kitais aktyvais, kurių kaina finansų rinkos streso ar sukrėtimų metu labai smarkiai svyruoja.

*Aukso kaina.* Kjørland, Meland, Oust ir Øyen (2018) atlikto tyrimo tikslas buvo identifikuoti veiksnius, paaiškinančius Bitkoino kainos svyravimus. Tyrimui buvo naudojami 2011-2017 metų duomenys. Duomenų analizei buvo sudarytas autoregresinio paskirstyto vėlinimo modelis. Kaip priklausomas kintamasis tyrime buvo naudojama Bitkoino kaina, o tyrimo metu buvo nagrinėjami devyni nepriklausomi kintamieji. Duomenų analizė leido padaryti išvadą, kad politiniai incidentai ir pareiškimai yra reikšminga Bitkoino kainos varomoji jėga. Be to, tarp Bitkoinų, cirkuliuojančių apyvartoje, skaičiau ir jų kainos egzistuoja neigiamas reikšmingas ryšys. Tarp užklausų, susijusių su Bitkoinu, skaičiaus Google paieškos sistemoje ir Bitkoinų kainos egzistuoja teigiamas ir statistiškai reikšmingas ryšys. Tarp Bitkoinų kainos ir aukso kainos pasaulio rinkose ryšio nebuvo nustatyta. Tai reiškia, kad aukso kaina Bitkoino kainai įtakos nedaro.

Choi ir Shin (2021) iškėlė klausimą apie tai, ar Bitkoinas gali kaip auksas apsaugoti nuo infliacijos ir suteikti investicijoms „saugų uostą“. Naudodami vektorinės autoregresijos metodą, tyrimo autoriai nustatė tam tikrus ryšius tarp aukso kainos ir Bitkoino kainos. Buvo nustatytas jų tarpusavio ryšys staigaus infliacijos augimo ir infliacijos laukimo laikotarpiais. Todėl tokiais laikotarpiais Bitkoinas investuotojams gali būti kaip ir auksas, apsidraudimo nuo infliacijos priemone. Tačiau ryšio tarp aukso kainos ir Bitkoino kainos nustatyta nebuvo finansinio neapibrėžtumo laikotarpiais. Todėl tyrimo autoriai padarė išvadą, kad Bitkoinas negali būti „saugaus uosto“ priemone.

*Naftos kaina.* Tyrimo, kurį atliko Okorie ir Lin (2020) tikslas buvo išanalizuoti ryšius tarp naftos kainos ir įvairių kriptovaliutų kainų svyravimų. Tyrimas buvo remiamasi prielaida, kad kriptovaliutų rinkos yra suvokiamos kaip prekių rinkos ir todėl joms poveikį gali daryti ir kitos prekinės, pavyzdžiui, naftos, rinkos. Naudodami vektorinę autoregresinę analizę tyrimo autoriai nustatė, kad tarp naftos kainos ir Bitkoino kainos egzistuoja dvipusis ryšys, tuo tarpu Ethereum, XRP ir RedCoin kriptovaliutos viena kryptimi daro įtaką naftos kainoms. Taip pat nustatyta, kad Ethereum kriptovaliutos kainos poveikis naftos kainai reikšmingas tik trumpalaikiu laikotarpiu.

Ozturk (2020) atlikto tyrimo tikslas buvo nustatyti Bitkoino, aukso ir naftos kainų ryšį. Tyrimas rėmėsi prielaida, kad Bitkoinas savo apsidraudimo savybėmis gali būti panašus į auksą ir naudojamas kaip investicijų draudimo priemonė. Taip metaforiškai Bitkoinas yra panašus ir į naftą, nes tiek nafta, tiek ir Bitkoinas yra išgaunami ir abu jie gali būti traktuojami kaip prekės. Atlikta duomenų analizė leido nustatyti, kad kintamumo ryšys tarp Bitkoino, aukso ir naftos kainų yra didesnis nei gražos ryšys. Buvo nustatyta, kad naftos ir aukso kaina Bitkoino kainai poveikį daro ilgalaikiame laikotarpyje, tuo tarpu investicijų į naftą ir auksą graža Bitkoino gražai poveikį daro trumpalaikiu ir vidutiniu laikotarpiu.

*Vertybinių popierių rinkos.* Tam, kad nustatyti galimybes Bitkoiną priskirti valiutomis, prekėms ar investiciniam turtui, Kwon (2020) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti Bitkoino gražos ryšį su dolerio, aukso ir vertybinių popierių graža. Vertybinių popierių gražai vertinti buvo pasirinktas S&P500 indeksas, į kurio skaičiavimą yra įtrauktos 500 pirmaujančių įvairiuose JAV ekonomikos sektoriaus įmonių akcijų kainos. Duomenų analizei buvo naudojama sąlyginė autoregresinė analizė, kurios rezultatai parodė reikšmingą koreliaciją tarp Bitkoino gražos ir akcijų rinkos indekso. Bendrai tyrimo autorius padarė išvadą, kad Bitkoinas yra kaip alternatyva mainų priemonėms ir investicijų priemonėms, tačiau jis nėra prekė.

Erdas ir Caglar (2018) atlikto tyrimo tikslas buvo ištirti Bitkoino kainos ryšius su S&P 500 ir BIST 100 indeksais (BIST 100 – 100 stambiausių įmonių, kurių akcijomis prekiaujama Stambulo vertybinių popierių biržoje, akcijų indeksas). Tyrimui buvo naudojami 2013-2018 metų savaitiniai duomenys. Atliktos analizės rezultatai leido padaryti išvadą, kad egzistuoja vienpusis

Bitkoino kainos ryšys su S&P 500 indeksu. Su BIST 100 indeksu jokio reikšmingo ryšio nustatyta nebuvo. Todėl vienpusio Bitkoino kaina → S&P 500 indeksas ryšio egzistavimas galimai reiškia, kad Bitkoino kainos pokyčiai daro įtaką investuotojų sprendimams S&P 500 indekso atžvilgiu. Galima teigti, kad investuotojai, kurie investuoja į S&P 500 indeksą, atidžiai stebi naujus įvykius makrofinansinėje rinkoje ir priima sprendimus investicijų į S&P 500 indeksą atžvilgiu įvertindami šiuos įvykius. Todėl autoriai padarė išvadą, kad Bitkoinas šiuo metu dar nėra pilnai investavimo priemonė ir gali ja tapti kai įvairiose šalyse jis bus pripažintas kaip mainų priemonė ir kai padidės jo patikimumas.

*Valiutų kursai.* Kad įvertinti Bitkoino kainos ryšį su valiutų kursais, Ertuğrul (2019) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo iširti Bitkoino kainos pokyčių ryšį su JAV dolerio kurso Euro atžvilgiu (USD/EUR) pokyčiais. Vietoje Bitkoino kainos buvo pasirinkta Bitkoino kainos pokytis tam, kad išvengti stacionarumo problemos. Atliktos duomenų analizės rezultatai parodė, kad jokios reikšmingos koreliacijos ar regresijos tarp Bitkoino kainos pokyčių ir USD/EUR kurso pokyčių nėra. Todėl Bitkoinas negali būti apsidraudimo priemonė šių valiutų atžvilgiu.

Tyrimo, kurį atliko Matkovskyy ir Jalan (2019) tikslas buvo įvertinti JAV dolerio kurso euro atžvilgiu (USD/EUR), o taip pat Didžiosios Britanijos svoro (USD/GBP) ir Kinijos juanio (USD/CNY) atžvilgiu įtaką Bitkoino kainai. Duomenų analizei atlikti buvo naudojama koreliacinė analizė, o taip pat heterogeninis autoregresinis modelis. Buvo nustatyta, kad USD/EUR ir USD/CNY kursas statistiškai reikšmingai koreliuoja su Bitkoino kaina. USD/GPP kurso reikšmingos koreliacijos su Bitkoino kaina aptikta nebuvo. Taip pat tyrimu buvo nustatyta, kad USD/EUR kursas labiausiai tinka prognozuoti Bitkoino kainos pokyčių kryptį ilgalaikiu laikotarpiu, o UAS/CNY kursas – Bitkoino kainos pokyčio kryptį trumpalaikiu laikotarpiu.

**Įvykiai.** Kriptovaliutų kainai gali daryti ir įvairūs dideliu mastu reikšmingi įvykiai politinėje ir ekonominėje erdvėje, o taip pat anomaliniai įvykiai kriptovaliutų rinkose.

*Politiniai įvykiai.* Kaip jau buvo minėta, atlikta įvairių tyrimų, kuriais buvo bandyta įvertinti kriptovaliutos, kaip apsaugos nuo įvairių finansinių rizikų priemonės savybės. Tuo tarpu Bouoiyour, Selmi ir Wohar (2019) atlikto tyrimo tikslas buvo įvertinti įvairaus turto (naftos, brangiųjų metalų ir Bitkoino), kaip investuotojų lėšų apsaugos padidėjusio neapibrėžtumo laikotarpiu (2016 metų JAV prezidento rinkimų baigties) vaidmenį. Tyrimui surinktų duomenų apie aukso, sidabro, Bitkoino ir akcijų kainas analizei JAV prezidento rinkimų rezultatų neapibrėžtumo kontekste buvo naudojamas empirinės modos dekompozicijos (angl. *Empirical Mode Decomposition – EMD*) metodas, kurio pagalba tiriamame signale panaikinamas aukšto dažnio triukšmas. Šiuo atveju signalai yra tiriamų objektų kainų laiko eilutės. Atlikto tyrimo rezultatai leido padaryti išvadą, kad nafta gali būti efektyviai investuotojų lėšų apsaugos nuo politinių rizikų priemone, tačiau tokia jos savybė keičiasi laikui bėgant. Taip pat buvo patvirtintas



ir aukso bei sidabro gebėjimas užtikrinti teigiamą investuotojų investicijų pelningumą vidutiniame ir ilgalaikiame laikotarpyje. Bitkoinas taip pat gali būti apsauga nuo akcijų kainų kritimo JAV, tačiau tik trumpalaikėje perspektyvoje.

*Ekonominiai įvykiai.* Kaip teigia Theerthaana ir Manzoor (2018), beprecedentis žingsnis vykdant demonetizaciją, kurios ėmėsi 2016 metais Indijos vyriausybė, siekdama sumažinti grynujų pinigų kiekį apyvartoje ir sumažinti korupcijos lygį šalyje, dėl grynujų pinigų trūkumo ir sumažėjusio likvidumo, šalyje sukėlė didelį susidomėjimą Bitkoinu. Todėl minėti autoriai atliko tyrimą, siekdami išsiaiškinti ryšį tarp anomalaus Bitkoino kainos šuolio ir ženkliausio ekonominio įvykio Indijoje 2016 metais. Kad išsiaiškinti tektoninį demonetizacijos poveikį Bitkoino kainoms biržose, buvo pasirinkta įvykių tyrimo struktūra. Kaip tyrimo duomenys, buvo naudojamos Bitkoino kainos stambiausioje Indijos kriptovaliutų biržoje. Pasinaudojus parametriniu t-testu tapo akivaizdu, kad Bitkoino kainos reikšmingai didėja paskelbus pranešimą apie demonetizaciją. Taip pat buvo nustatyta, kad naujiena apie demonetizaciją sukėlė reikšmingus ir ženklus Bitkoino kainos svyravimus, kuriuos galima paaiškinti tuo, kad demonetizacija sukuria ekonomiką be grynujų pinigų, kuri pritraukia stambius investuotojus į Bitkoinus, kas ir padidino transakcijų Bitkoino biržoje skaičių. Todėl, kaip nurodo tyrimo autoriai, galima padaryti prielaidą, kad Bitkoino kainai įtaką daro ir įvairūs anomaliniai įvykiai atskirų šalių ekonomikose.

*Saugumas.* Kriptovaliutų biržų saugumo spragos taip pat gali turėti įtakos kriptovaliutų kainoms. Kad ištirti šią prielaidą, Hu, Luo ir Zhang (2020) atliko tyrimą. Minėti autoriai nurodė, kad nuo 2012 iki 2018 metų įvyko apie 100 kriptovaliutos vagysčių, įskaitant įsilaužimus ir apgavystes, pusė iš kurių buvo susijusios su Bitkoinu. Tyrimas buvo atliktas 30 Bitkoino įsilaužimų atvejų pagrindu ir atspindi bendrą Bitkoino kainą. Tyrimui atlikti buvo naudojama regresinė analizė. Buvo nustatyta, kad Bitkoino kaina sumažėjo diena prieš įsilaužimą arba įsilaužimo dieną. Taip pat atlikus tyrimą buvo nustatyta, kad kainos pokyčiai su pačiu įsilaužimo faktu ryšio neturi, tačiau ryšys egzistuoja tarp įsilaužimo metu prarastų Bitkoinų kiekio ir Bitkoino kainos po įsilaužimo pokyčio. Kuo didesnės įsilaužimo apimtys tuo stipresnis Bitkoino kainos nuosmukis. Tačiau analogiškos priklausomybės tarp įsilaužimo apimties ir kainos atsistatymo į ankstesnę būseną nebuvo nustatyta.

*Ekonomikos neapibrėžtumas.* Fang, Bouri, Gupta ir Roubaud (2019) savo atliktu tyrimu siekė išsiaiškinti globalios ekonomikos neapibrėžtumo įtaką ilgalaikio laikotarpio Bitkoino, akcijų, žaliavinių prekių ir obligacijų kainų pokyčiams. Empirinio tyrimo rezultatai patvirtino šią hipotezę, išskyrus obligacijas. Investuojantiems į Bitkoinus tyrimo rezultatai numato galimybę panaudoti informaciją apie globalinio ekonominio neapibrėžtumo būseną, kad pagerinti Bitkoino kainų pokyčių prognozę. Tai vėliau buvo patvirtinta ir Khan, Sun, Derindere Koseoglu ir Rehman (2021) tyrime, kuriame buvo tiriamas ryšys tarp globalios ekonominės politikos neapibrėžtumo ir

Bitkoino kainos, pasinaudojant slenkančio lango metodu. Tyrime buvo naudojami 2011-2020 metų Bitkoino kainų ir globalios ekonominės politikos neapibrėžtumo indekso (angl. *Global Economic Policy Uncertainty Index – GEPU*) duomenys. Bendru atveju, GEPU indeksas konstruojamas kaip 21 pasaulio šalies nacionalinių EPU indeksų, pasvertų pagal atitinkamų šalių bendrąjį vidaus produktą, vidurkis. Nacionalinis EPU indeksas atspindi santykinį atitinkamos šalies straipsnių masinės informacijos priemonėse, kuriuose yra trys sąvokos, priskiriamos ekonomikai, politikai ir neapibrėžtumui, skaičius. Kitaip tariant, kiekvienos šalies mėnesinio EPU indekso reikšmė proporcinga straipsnių masinės informacijos priemonėse, kuriuose aptariamas ekonominės politikos neapibrėžtumas, daliai bendrame straipsnių skaičiuje. Priimta, kad kuo šio indekso reikšmė didesnė, tuo didesnis ekonominės politikos neapibrėžtumas. Khan et al. (2021) tyrime analizuojamo laikotarpio įvykiai, didinę globalios ekonominės politikos neapibrėžtumą, buvo tokie, kaip Kinijos įėjimas į Bitkoino rinką, Kinijos ekonomikos augimo sulėtėjimas, imigrantų krizė, JAV ir Kinijos prekybinis karas, COVID-19 pandemija ir eilė kitų. Išanalizavę ekonominės politikos neapibrėžtumo ir Bitkoino kainos abipusę įtaką, minėti autoriai nustatė, kad per visą analizuojamą laikotarpį nei globalios ekonominės politikos neapibrėžtumo įtakos Bitkoino kainai, nei atvirkštinės įtakos nustatyta nebuvo. Tačiau analizuojant atskirus laikotarpius buvo nustatyta vienos krypties globalios ekonominės politikos neapibrėžtumo įtaka Bitkoino kainai. Todėl tyrimo autorių nuomone, priimant sprendimą apie investicijas į Bitkoinus, reikia įvertinti ir vidutinio bei trumpojo laikotarpio GEPU indekso pokyčių tendencijas.

Reikia pažymėti, kad jau minėtame Fang et al. (2019) tyrime, buvo analizuojama ir globalios ekonominės politikos neapibrėžtumo įtaka Bitkoino kainos ryšiams su kainomis akcijų, prekių ir obligacijų biržose. Buvo nustatyta, kad globalios ekonominės politikos neapibrėžtumas daro reikšmingą neigiamą įtaką Bitkoino kainos koreliacijai su obligacijų kainų indeksu ir reikšmingai teigiamą įtaką Bitkoino kainos koreliacijai su akcijų rinkų indeksais, o taip pat Bitkoino kainos koreliacijai su prekių biržų indeksais. Tai reiškia, kad investicijos į Bitkoiną tam tikrose ekonominės politikos neapibrėžtumo sąlygomis gali būti investicijų draudimo priemonė. Tačiau tyrimo rezultatai rodo, kad investicijos į Bitkoiną įvairiose ekonominės politikos neapibrėžtumo sąlygomis padidinti investuotojų lėšų draudimo efektyvumą negali.

Apibendrinant šiuose tyrimuose identifikuoti veiksniai, darantys įtaką kriptovaliutų kainai pateikti 1 lentelėje.

## 1 lentelė

*Veiksniai, darantys įtaką kriptovaliutų kainai*

Grupė	Pogrupis	Veiksnys	Autoriai	Poveikis kriptovaliutos kainai
Vidiniai		Kriptovaliutos gavybos efektyvumas	Hayes (2017)	Teigiamas
		Kriptovaliutos sistemos sudėtingumas	Kim, Bock ir Lee (2021)	Teigiamas
		Maišos galia	Aoyagi ir Hattori (2019)	Teigiama ilgalaikiu laikotarpiu
		Sistemos saugumas	Ciaian, Kancs ir Rajcaniova (2021)	Neigiamas
Išoriniai	Rinkos veiksniai	Dienos transakcijų skaičius	Lamothe-Fernández et al. (2020)	Teigiamas
		Dienos transakcijų vertė		Teigiamas
		Kriptovaliutos kiekis rinkoje		Nenustatyta
	Populiarumas	Užklausų Vikipedijoje skaičius	Georgiou, Georgiadi ir Sapuric (2020)	Teigiamas
		Užklausų Google ir Telegram skaičius	Smuts (2019)	Teigiamas
	Makrofinansiniai veiksniai	Aukso kaina	Choi ir Shin (2021), Ozturk (2020)	Teigiamas
		Naftos kaina	Ozturk (2020)	Teigiamas
		Vertybinių popierių indeksai (S&P 500)	Kwon (2020); Erdas ir Caglar (2018)	Teigiamas
		Valiutų kursai (USD/EUR)	Matkovskyy ir Jalan (2019)	Teigiamas
	Įvykiai	Politiniai įvykiai	Bouoiyour (2019)	Teigiamas
		Ekonominiai įvykiai	Theerthaana ir Manzoor (2018)	Teigiamas
		Saugumas	Hu et al. (2020)	Neigiamas
		Ekonominės politikos neapibrėžtumas	Fang et al. (2019); Khan et al. (2021)	Neigiamas

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Apibendrinant galima teigti, kad atlikta įvairių autorių atliktų tyrimų kriptovaliutos kainai įtaką darančių veiksnių tematika analize nustatyta, kad kriptovaliutos kainai įtaką daro visa eilė veiksnių, kuriuos galima suskirstyti į vidinius ir išorinius. Savo ruožtu vidiniams veiksniams priskiriami veiksniai, susiję su kriptovaliutų gavyba. Tai tokie veiksniai, kaip maišos galia, gavybos efektyvumas, kriptovaliutos gavybos sudėtingumas, gavybos kaštai ir t. t. Išorinius veiksnius priimta skirstyti į atitinkamus pogrupius. Kriptovaliutos rinkos veiksniai susiję su jos paklausa ir pasiūla. Tai kriptovaliutos kiekis rinkoje, jos kapitalizacija, transakcijų skaičius ir t. t. Populiarumo veiksniai matuojami kriptovaliutos paminėjimas įvairiuose internetiniuose šaltiniuose. Tai užklausų, susijusių su kriptovaliutomis, skaičius tokiuose paieškos sistemose, kaip

Google, Yahoo, Baidu. Straipsnių apie kriptovaliutas Vikipedijoje redagavimų skaičius ar pranešimų kriptovaliutų tematika skaičius Telegram platformoje. Makrofinansiniai veiksniai, tai brangiųjų metalų kainos, akcijų kainos ir jų indeksai, įvairių žaliavos rūšių (naftos, dujų ir pan.) kainos, akcijų kainų indeksai įvairiose vertybinių popierių rinkose, valiutų kursai (paprastai JAV dolerio atžvilgiu). Dar viena veiksnių grupė – tai įvairūs reikšmingi ekonominiai įvykiai, įvykiai, susiję su kriptovaliutų saugumu, o taip taip pat ekonominės politikos neapibrėžtumas.

## 2. TYRIMO METODOLOGIJA

### 2.1. Tyrimo tikslas, uždaviniai ir loginė schema

**Tyrimo tikslas.** Nustatyti veiksnius, darančius įtaką pasirinktoms kriptovaliutom.

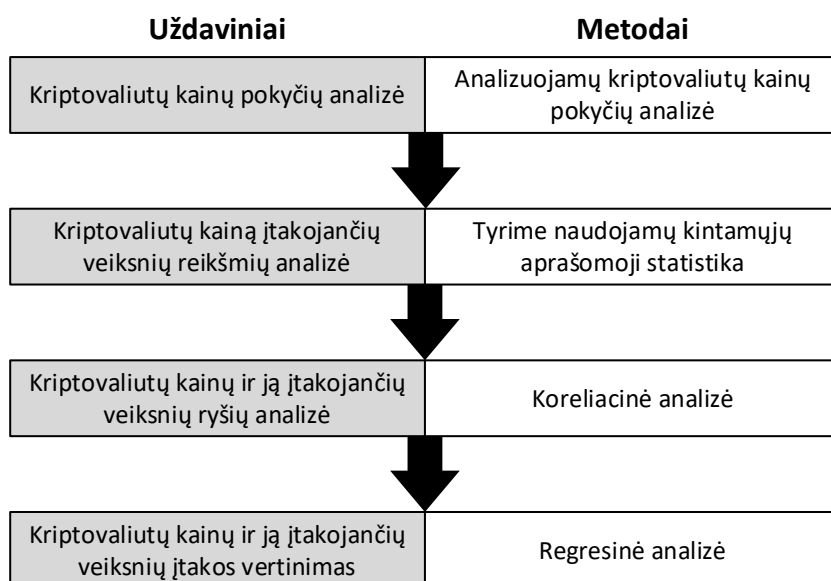
**Tyrimo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti pasirinktų kriptovaliutų kainų pokyčius analizuojamu laikotarpiu.
2. Išanalizuoti kriptovaliutų kainą įtakojančių veiksnių reikšmių pokyčius.
3. Atlikti kriptovaliutų kainų ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, tarpusavio ryšių analizę.
4. Nustatyti pasirinktų analizei veiksnių įtaką kriptovaliutų kainai.

Tyrimo loginė schema pateikta 4 pav.

### 4 paveikslas

*Tyrimo loginė schema*



Tyrimą sudaro keturi etapai:

- *pirmas etapas.* Šiame etape aprašomos pasirinktos kriptovaliutos, o taip pat atliekama šių kriptovaliutų kainų pokyčių analizė. Kadangi kiekvienos kriptovaliutos kainos atspindimos laiko eilutėmis, kainų pokyčių analizei naudojamas dinaminis laiko eilučių parametru skaičiavimo ir jų analizės metodas.

- *antras etapas.* Šiame etape analizuojami pasirinktų veiksnių, potencialiai galinčių daryti įtaką kriptovaliutų kainoms, o taip pat įvairių autorių tyrimuose nustatyti veiksniai, darantys įtaką

kripto valiutų kainoms. Šie veiksniai pasirenkami pagal šio baigiamojo magistro darbo teorinėje dalyje nustatytus ir įvairių autorių atliktuose tyrimuose identifikuotus kripto valiutų kainai įtaką darančius veiksnius. Kad parinkti tinkamus metodus šių veiksmių tyrimui, skaičiuojami šių veiksmių statistiniai parametrai.

- *trečias etapas*. Siekiant nustatyti atskirų veiksmių, darančių įtaką kripto valiutų kainoms, ryšį su kripto valiutų kainomis, naudojama koreliacinė analizė. Šios analizė pagalba nustatomi reikšmingi ryšiai tarp kripto valiutų kainos ir veiksmių, potencialiai darančių įtaką šioms kainoms.

- *ketvirtas etapas*. Tam, kad nustatyti atskirų veiksmių įtakos analizuojamų kripto valiutų kainai reikšmingumą ir stiprumą, naudojama regresinė analizė. Šios analizės rezultate gauna lygtis, leidžianti prognozuoti kripto valiutų kainą pagal veiksmių, kurie daro jai reikšmingą įtaką, pokyčius.

## 2.2. Tyrimo metodika

Kripto valiutų atranka. Tam, kad pasirinkti analizuojamas kripto valiutas, pasinaudojame jų populiarumo kriterijumi. Šiuo atveju populiarumas suprantamas kaip atitinkamos kripto valiutos sandorių, sudarytų per paskutines 30 dienų (2021 m. rugpjūčio 22 – rugsėjo 21 d. d.), apimtis, o taip pat atitinkamos kripto valiutos populiarumas Google paieškos sistemos užklausoje tuo pačiu laikotarpiu. Kripto valiutų pasirinkimo kriterijų reikšmės pateiktos 2 lentelėje.

### 2 lentelė

*Kripto valiutų pasirinkimo kriterijų reikšmės*

Kripto valiuta	Paskutinių 30 d. prekybos apimtys (USD)	Populiarumas Google užklausoje (proc.)
Tether	1207355831585	51
Shiba Inu	1888524276079	13
Bitcoin	1207355831585	27
Ethereum	770482904334	28
Ethereum Clasic	221856452738	7
Binance USD	221300981372	19
USD Coin	217898835527	16
Litecoin	167601488991	37

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis 2 lentelėje pateiktais duomenimis, analizei išsirenkamos keturios kripto valiutos: Tether, Bitcoin, Ethereum ir Litecoin.

Veiksmių, darančių įtaką kripto valiutų kainai, atranka. Remiantis įvairių autorių atliktų tyrimų, skirtų veiksmių, darančių įtaką kripto valiutų kainai, analizei, atlikta šio baigiamojo darbo

teorinėje dalyje, atrenkami veiksniai, kurie bus naudojami jų įtakos kriptovaliutų kainai analizei. Atrinkti veiksniai, pateikiami 3 lentelėje.

### 3 lentelė

*Tyrime naudojami kriptovaliutų kainą įtakojantys veiksniai*

Žymėjimas	Veiksnys	Pagrindimas
SD	Sistemos sudėtingumas	Kim et al. (2021)
HR	Maišos galia	Aoyagi ir Hattori (2019)
TD	Transakcijų per dieną skaičius	Lamothe-Fernández et al. (2020)
TV	Dienos transakcijų vertė	Lamothe-Fernández et al. (2020)
QN	Užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius	Smuts (2019)
OP	Brent naftos kaina	Ozturk (2020)
SP	S&P 500 indeksas	Kwon (2020)
UE	USD / EUR kursas	Matkovskyy ir Jalan (2019)
PU	Ekonominės politikos neapibrėžtumas	Khan et al. (2021)

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

**Rodiklių dinamikos analizė.** Minimali (mažiausia) ir maksimali (didžiausia) kintamojo reikšmės jo visų reikšmių aibėje parodo kokiam intervale kinta analizuojamojo kintamojo reikšmės. Vidurkis – tai vidutinė visų kintamojo reikšmių aibės reikšmė, paprastai lygi aritmetiniam vidurkiui. Standartinis nuokrypis parodo kaip kintamojo reikšmės yra išsidėsčiusios vidurkio atžvilgiu. Eksceso koeficientas (angl. kurtosis) – parodo kaip duomenys yra tankiai susigrupavę aplink vidurkį. Asimetrijos koeficientas (angl. skewness) – parodo duomenų simetriškumą jų vidurkio atžvilgiu. Kaip nurodo Kline (2015), analizuojant eksceso ir asimetrijos koeficientų reikšmes, priimtiniomis reikšmėmis yra laikos nuo -3 iki 3 asimetrijos koeficientui, ir nuo -10 iki 10 eksceso koeficientui. Jei asimetrijos koeficientas yra artimas 0, o eksceso koeficiento reikšmė artima 3, reiškia analizuojamo kintamojo reikšmės analizuojamoje aibėje yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

**Koreliacinė analizė.** Kad nustatyti ryšį tarp dviejų tyrime naudojamų kintamųjų, kurie pateikiami jų reikšmių laiko eilute ar reikšmių aibe, labiausiai tinkamas naudoti yra koreliacinės analizės metodas. Koreliacinėje analizėje skaičiuojamas koreliacijos tarp dviejų kintamųjų koeficientas, kuris parodo ryšio stiprumą ir ryšio ženklą. Ryšio stiprumas gali kisti nuo -1 iki +1. Kuo koreliacijos koeficiento reikšmė artimesnė šioms reikšmėms, tuo ryšys (koreliacija) tarp dviejų kintamųjų stipresnis. Kuo koreliacijos koeficiento reikšmė artimesnė 0, tuo ryšys silpnesnis. Be reikšmės yra svarbus ir koreliacijos koeficiento ženklas. Teigiama koreliacijos koeficiento reikšmė parodo, kad didėjant vieno kintamojo reikšmėms, didėja ir kito kintamojo reikšmės, arba mažėjant vieno kintamojo reikšmėms, mažėja ir kito kintamojo reikšmės. Neigiamas koreliacijos koeficiento ženklas reiškia, kad didėjant vieno kintamojo reikšmėms, kito

kintamojo reikšmės mažėja, arba mažėjant vieno kintamojo reikšmėms, kito kintamojo reikšmės didėja.

Be ryšio stiprumo ir ženklo, svarbus ir ryšio statistinis reikšmingumas. Tai patikrinama atliekant t-testą. Pakankamas ryšio reikšmingumo lygis yra 0,05. Tai reiškia, kad jei atlikus t-testą gaunama reikšmingumo (p) reikšmė mažesnė už 0,05, ryšys tarp dviejų kintamųjų yra reikšmingas ir tinkamas nagrinėti. Priešingu atveju – ryšys atsitiktinis.

Reikia pažymėti, kad koreliacinėje analizėje svarbi kintamųjų reikšmių pasiskirstymo normalumo prielaida. Tai reiškia, kad jei kintamųjų reikšmės pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, skaičiuojamas Spearman'o koreliacijos koeficientas. Priešingu atveju skaičiuojamas Pearson'o koreliacijos koeficientas. Normalumo prielaidai patikrinti naudojami Kolmogorovo-Smirnovo arba Shapiro-Wilk testai (Rao, Rao, Rao, 2012).

**Regresinė analizė.** Kad įvertinti analizuojamų veiksnių įtaką kriptovaliutų kainoms, pasirinkta regresinė analizė. Jos pasirinkimą lėmė šios analizės paprastumas ir platus naudojimas.

Regresinė analizė naudojama nustatyti kelių kintamųjų (nepriklausomų kintamųjų) poveikį vienam kintamajam (priklausomam kintamajam). Dažniausiai daroma prielaida, kad tarp priklausomo kintamojo ir nepriklausomų kintamųjų egzistuoja tiesinė priklausomybė. Remiantis šia prielaida, sudaromas šiame baigiamajame magistro darbe atliekamo empirinio tyrimo regresijos modelis:

$$Y_i = \alpha_i + \beta_{1i} \cdot SD_i + \beta_{2i} \cdot HR_i + \beta_{3i} \cdot TD_i + \beta_{4i} \cdot TV_i + \beta_{5i} \cdot QN_i + \beta_{6i} \cdot OP + \beta_{7i} \cdot SP + \beta_{8i} \cdot UE + \beta_{9i} \cdot PU + \varepsilon$$

čia:  $i=1, \dots, 4$  – analizuojamos kriptovaliutos;

$\alpha_i, \beta_{1i}, \dots, \beta_{7i}$  –  $i$  kriptovaliutos regresijos lygties koeficientai;

$Y_i$  –  $i$  kriptovaliutos kaina;

$SD_i$  –  $i$  kriptovaliutos sistemos sudėtingumas ;

$HR_i$  –  $i$  kriptovaliutos maišos galia;

$TD_i$  –  $i$  kriptovaliutos transakcijų skaičius per dieną;

$TV_i$  –  $i$  kriptovaliutos dienos transakcijų vertė;

$QN_i$  – užklausų apie  $i$  kriptovaliutų skaičius Google paieškos sistemoje;

$OP$  – Brent naftos dienos kaina;

$SP$  - S&P 500 indeksas;

$UE$  - USD / EUR kursas;

$PU$  – ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksas;

$\varepsilon$  - paklaida.



Atliekant regresinę analizę, visų pirma, nustatomas šio modelio statistinis reikšmingumas. Jei gauta statistinio reikšmingumo ( $p$ ) reikšmė mažesnė už 0,05, reiškia, kad sudarytas modelis yra tinkamas nagrinėti. Taip pat skaičiuojamas determinacijos koeficientas, kuris parodo, kelias procentas modelio nepriklausomų kintamųjų pokyčiai gali paaiškinti priklausomo kintamojo reikšmių dispersiją. Regresinės analizės metu skaičiuojami ir šios lygties koeficientai, kurių ženklas parodo, kokia kryptimi (teigiama ar neigiama) nepriklausomas kintamasis veikia priklausomą kintamąjį. Kiekvienam kintamajam taip pat skaičiuojamas jo statistinis reikšmingumas. Jei atitinkamo kintamojo statistinis reikšmingumas mažesnis už 0,05, šis kintamasis daro reikšmingą įtaką priklausomam kintamajam, o jei reikšmingumo reikšmė didesnė už 0,05, tai šio kintamojo įtaka priklausomam kintamajam yra nereikšminga.

**Granger priežastingumo testas.** Tam, kad nustatyti, ar kriptovaliutos kainos priežastis yra tam tikras šiai kainai darantis veiksnys, ar kriptovaliutos kaina yra kokio nors šią kainą įtakojančio veiksnio priežastis, naudojamas Granger priežastingumo testas. Šio testo prielaida yra tai, kad jei įvykis B atsitinka po to, kai įvyksta įvykis A, tai didelė tikimybė jog įvykis A yra įvykio B priežastis (Gujarati, 2021). Tačiau vertinant dviejų įvykių priežastingumą rezultatas gali būti klaidingas, jei nebus įvertinti kiti veiksniai, kurie daro įtaką analizuojamiems įvykiams. Dėl šios priežasties papildomai reikalinga ir loginė analizė (Granger, 1969).

Kaip nurodo Granger (1969), jei dviejų kintamųjų X ir Y reikšmės atvaizduotos stacionariomis laiko eilutėmis, galima sudaryti modelį:

$$X_t = \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \mu_t$$

čia: X ir Y – kintamieji;

a, b, c, d – koeficientai;

m – vėlavimo eilė. Šis dydis negali būti didesnis nei laiko eilutės ilgis;

$\varepsilon$ ,  $\mu$  – paklaidos.

X yra Y priežastis tuo atveju, kai koeficientų b suma yra artima nuliui ( $\sum b=0$ ), o koeficientų c suma ženkliai skiriasi nuo nulio ( $\sum c \neq 0$ ). Pagrindinė Granger priežastingumo testo taikymo sąlyga – laiko eilutės, kurios atspindi kintamuosius, turi būti stacionarios. Laiko eilučių, kurios atspindi tyrimo kintamuosius, stacionarumui nustatyti naudojamas Dickey-Fuller (ADF) testas. Laiko eilutei esant nestacionariai, analizei reikalinga naudoti pirma arba antra eile integruotus duomenis (Gujarati, 2021).

Taip pat Granger priešastingumo testas yra jautrus vėlavimo eilės parinkimui. Liew (2004) tyrimas parodė, kad stebėjimų skaičiui esant didesniai nei 900, vėlavimo eilei nustatyti tinkamiausiai naudoti Hannan-Quinn kriterijų (HC).

Granger testui atlikti naudojama programinė priemonė Eviews v. 8.

### 3. VEIKSNIŲ, DARANČIŲ ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS, TYRIMAS

#### 3.1. Kontrolinių kintamųjų aprašomoji statistika

Siekiant išsiaiškinti kokie veiksniai daro įtaką atskirų kriptovaliutų kainoms, be atskirų kriptovaliutų veiksnių analizuojami ir bendri visoms kriptovaliutos veiksniai, kuriuos atspindi kontroliniai kintamieji. Tai Brent naftos kaina, S&P 500 indeksas, USD / EUR kursas ir ekonominės politikos neapibrėžtumas. Šių kintamųjų reikšmės analizuojamos 2014 metų pradžios 2021 metų rugsėjo 1 d. laikotarpyje. Šių kintamųjų aprašomoji statistika pateikta 4 lentelėje.

#### 4 lentelė

*Kontrolinių kintamųjų aprašomoji statistika*

Kintamasis	Min	Max	M	SD	AK	EK
Brent naftos kaina	9,120	115,190	61,433	19,651	0,820	0,692
S&P 500 indeksas	1743,820	4529,750	2629,135	651,34	0,965	0,302
USD / EUR kursas	1,038	1,393	1,163	0,080	1,262	1,140
Ekonominės politikos neapibrėžtumas	86,160	430,020	193,480	77,311	0,757	-0,064

Min – minimali reikšmė; Max – maksimali reikšmė; M – vidurkis; SD – standartinis nuokrypis; AK – asimetrijos koeficientas; EK – eksceso koeficientas

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Brent naftos kainos reikšmės analizuojamu laikotarpiu pateiktas 5 pav.

#### 5 paveikslas

*Brent naftos kainos 2014-2021 metais*



Remiantis atlikta duomenų analize, Brent naftos kaina kito nuo 9,120 iki 115,190 JAV dolerių už barelį. Tačiau reikia pažymėti, kad savo maksimalią reikšmę kaina buvo pasiekusi analizuojamo laikotarpio pradžioje. Vėliau ši kaina kelis metus pasižymėjo mažėjimo tendencija, o nuo 2016 metų su tam tikrais svyravimais pradėjo didėti. Laikotarpyje po 2016 metų savo maksimalią reikšmę Brent naftos kaina buvo pasiekusi 2018 metų pabaigoje. Tačiau minimali analizuojamame laikotarpyje kaina (9,120 JAV dolerių už barelį) buvo pasiekta 2020 metais. Didele dalimi toks Brent naftos kainos kritimas buvo susijęs su COVID-19 pandemijos paskelbimu pasaulyje ir dėl to įvestais ribojimais verslui. Paklausa kuriai labai smarkiai sumažėjo, kas didele dalimi lėmė ir naftos kainos mažėjimą. Pasiekusi šį minimumą kaina pradėjo didėti ir su tam tikrais svyravimais didėjo iki analizuojamo laikotarpio pabaigos pasiekdama 73,450 JAV dolerio už barelį. Analizuojamo laikotarpio Brent naftos kainos vidurkis buvo 6,433 JAV dolerio už barelį. Analizuojant paskaičiuotas Brent naftos kainos reikšmių asimetrijos ir eksceso koeficiento reikšmes (0,820 ir 0,692 atitinkamai) galima padaryti išvadą, kad duomenys nėra pasiskirstę pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

S&P 500 indekso reikšmės analizuojamu laikotarpiu pateiktos 6 pav.

## 6 paveikslas

*S&P 500 indekso reikšmės 2014-2021 metais*



Kaip jau buvo minėta, S&P 500 indeksas yra laikomas vienas iš pagrindinių JAV vertybinių popierių biržos rodiklių. Remiantis 6 pav. pateiktu grafiku, šio indekso reikšmė per visą analizuojamą laikotarpį pasižymėjo augimo tendencija. S&P 500 indekso reikšmė 2014-2021 metų laikotarpyje svyravo tarp savo minimalios reikšmės (1743,820), fiksuotos laikotarpio pradžioje, iki maksimalios (4529,750), kuri buvo pasiekta analizuojamo laikotarpio pabaigoje.

S&P 500 indekso vidurkis - 2629,135. Tokia indekso reikšmė buvo fiksuota 2018 metų pirmame ketvirtyje. Standartinis nuokrypis nuo vidurkio sudarė 651,34. Tačiau reikia pažymėti, kad 2018 metų pabaigoje S&P 500 indekso smarkiai sumažėjo, kas sukėlė didelį nerimą vertybinių popierių biržose. Nepaisant ekonomikos augimo ir nedarbo mažėjimo S&P 500 indekso reikšmė sumažėjo 8 proc. Didžiausia dalimi tokį sumažėjimą lėmė JAV prezidento D. Trump'o inicijuotas prekybinis karas su Kinija. Tačiau tai buvo trumpalaikis sumažėjimas. Kitas, didesnis S&P 500 indekso sumažėjimas buvo užfiksuotas 2020 metų pradžioje. Jo smukimas buvo ženkliai didesnis, o grįžimas į ankstesnes reikšmes truko ilgiau. Tokį sumažėjimą lėmė verslo suvaržymai dėl pandemijos ir dėl to įvykę tiekimo grandinių trūkiai, kas atsiliepė viso pasaulio ekonomikai. Taip pat S&P 500 indekso reikšmių asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmės (atitinkamai 0,965 ir 0,302) rodo, kad šio indekso reikšmės analizuojamu laikotarpiu nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

USD/EUR valiutų kurso reikšmės analizuojamu laikotarpiu pateiktos 7 pav.

## 7 paveikslas

*USD/EUR valiutų kurso reikšmės 2014-2021 metais*



JAV dolerio kursas Euro atžvilgiu analizuojamu laikotarpiu svyravo tarp minimalios reikšmės (1,0379 JAV dolerio už Eurą), kuri buvo užfiksuota 2017 metų pradžioje ir maksimalios reikšmės (1,393 JAV dolerio už Eurą), fiksuotos analizuojamo laikotarpio pradžioje. Šio rodiklio reikšmių vidurkis analizuojamu laikotarpiu sudarė 1,163 JAV dolerio už Eurą. Galima pastebėti, kad JAV dolerio Euro kurso pokyčių tendencijos iš dalies atitinka Brent naftos pokyčių tendencijas. Galima būtų padaryti prielaidą, kad USD/EUR kursą didele dalimi lemia naftos kainos pasaulinėje rinkoje. Tačiau taip pat reikia įvertinti ir tai, kad nei JAV prekybinis karas su Kinija, nei COVID-19 pandemija didelės įtakos JAV dolerio kursui Euro atžvilgiu nepadarė. Taip

pat remiantis asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmėmis (atitinkamai 1,262 1,140) JAV dolerio Euro atžvilgiu kurso reikšmės analizuojamu laikotarpiu nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Ekonomikos neapibrėžtumo indekso reikšmės 2014-2021 metais pateiktos 8 pav.

## 8 paveikslas

*Ekonomikos neapibrėžtumo indekso reikšmės 2014-2021 metais*



Ekonomikos neapibrėžtumo indekso reikšmės svyravo nuo minimalios reikšmės 86,160, užfiksuotos analizuojamo laikotarpio pradžioje iki 430,020, kuri buvo užfiksuota 2020 metų pradžioje. Bendru atveju galima teigti, kad pagal savo apibrėžimą ekonomikos neapibrėžtumo indeksas atspindi įvairius įvykius, kurie daro vienokią ar kitokią įtaką ekonomikos neapibrėžtumui. Galima pastebėti, kad šis indeksas užfiksavo tokius įvykius, kaip Jungtinės Karalystės išstojimo iš Europos Sąjungos referendumą (2016 metų vidurys), Japonijos ekonomikos sulėtėjimą (2017 metų pradžia), JAV prezidento rinkimus (2019 metų pabaiga), COVID-19 pandemiją (2020 metų pradžia). Ekonomikos politikos neapibrėžtumo indekso vidurkis analizuojamu laikotarpiu buvo 193,480. Tuo tarpu asimetrijos koeficiento reikšmė 0,757 ir eksceso koeficiento reikšmė -0,064 leidžia teigti, kad šio indekso reikšmės analizuojamu laikotarpiu nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

### 3.2. Veiksnių, darančių įtaką Bitkoino kainai, analizė

Bitkoino kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika pateikta 5 lentelėje.

## 5 lentelė

Bitkoino kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika

Kintamasis	Min	Max	M	SD	AK	EK
Bitkoino kaina	176,900	63523,75	8675,47	12805,12	2,439	5,524
Sistemos sudėtingumas	1,4185	25046,49	5874,52	7271,20	0,978	4,865
Maišos galia	0,104	198,514	44,38	53,593	0,914	0,592
Transakcijų per dieną skaičius	9,000	439549,000	89752,57	12219,207	1,003	0,584
Dienos transakcijų vertė	0,0009	14642,626	461,82	1287,935	4,469	25,009
Užklausų Google apie kriptovaliutų skaičius	2,000	100,000	15,851	17,629	2,241	5,709

Min – minimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; Max – maksimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; M – kintamojo reikšmių vidurkis; SD – standartinis nuokrypis; AK – asimetrijos koeficientas; EK – eksceso koeficientas  
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Bitkoino kaina 2014-2021 metais pateikta 9 pav.

## 9 paveikslas

Bitkoino kaina 2014-2021 metais



Remiantis pateikta duomenų aprašomąja statistika, per analizuojamą laikotarpį Bitkoino kaina svyravo tarp 176,90 ir 63,523,75 JAV dolerių už vieną Bitkoiną. Reikia pažymėti, kad kaina ženklių svyravimų iki 2017 metų vidurio nerodė. Nuo 2017 metų vidurio Bitkoino kaina pradėjo augti. Ypatingai ji padidėjo 2017 metų pabaigoje. Tai galima būtų susieti, su tuo, kad šiuo laikotarpiu Kinijoje buvo pradėta drausti prekiauti kriptovaliutomis. Tačiau nuo 2018 metų padidėjimo, Bitkoino kursas pradėjo mažėti. Kitas nežymus augimas prasidėjo 2019 metų

viduryje. Taip pat galima pastebėti, kad paskelbus COVID-19 pandemiją Bitkoino kaina kiek buvo nukritusi, tačiau nuo 2020 metų pabaigos prasidėjo labai greitas šios kriptovaliutos kainos augimas. Jis tęsėsi iki 2021 metų balandžio mėnesio, kuomet prasidėjo greitas šios kriptovaliutos kainos mažėjimas, kuris tęsėsi tris mėnesius, po kurių kaina vėl pradėjo augti. Remiantis aprašomąja statistika analizuojamu laikotarpiu Bitkoino kainos vidurkis buvo 8675,47 JAV dolerių, o standartinis nuokrypis - 12805,12. Asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmės (2,439 ir 5,524) rodo, kad Bitkoino kainos reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Bitkoino sistemos sudėtingumas analizuojamu laikotarpiu svyravo tarp 1,4185 iki 25046,487. Reikia pažymėti, kad sudėtingumas nuolatos didėjo. Bendru atveju sistemos sudėtingumas parodo kiek reikia atlikti darbo, kad būtų surastas eilinis bloko raktas. Bitkoino sistemos sudėtingumo vidurkis analizuojamu laikotarpiu buvo 5874,518, o standartinis nuokrypis – 7271,197. Remiantis asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmėmis (atitinkamai 0,978 ir 4,865) galima padaryti išvadą, kad bitkoino sistemos sudėtingumo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Bendru atveju maišos galia yra pagrindinė saugumo metrika. Kuo didesnė maišos galia tinkle, tuo sudėtingiau išgauti kriptovaliutą, tačiau tuo didesnis tinklo saugumas ir jo atsparumas atakoms. Maišos galia skaičiuojama pagal išgautų blokų skaičių ir einamą bloko sudėtingumą (tinklo sudėtingumą). Analizuojamu laikotarpiu Bitkoino maišos galia svyravo nuo  $0,104 \cdot 10^6$  iki  $198,514 \cdot 10^6$ . Maišos galios vidurkis  $44,379 \cdot 10^6$  o standartinis nuokrypis -  $53,593 \cdot 10^6$ . Taip pat nustatyta, kad asimetrijos koeficiento reikšmė yra 0,914, o eksceso koeficiento -0,592, kas reiškia, jog maišos galios reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Transakcijų su Bitkoinu skaičius analizuojamu laikotarpiu svyravo tarp 9 transakcijų (minimali reikšmė) iki 439,549 tūkst. transakcijų (maksimali reikšmė). Transakcijų su bitkoinais vidurkis buvo 89752,57 transakcijų, o standartinis nuokrypis - 12219,207. Remiantis atliktais skaičiavimais, asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmės atitinkamai buvo 1,003 ir 0,584, kas rodo jog bitkoino transakcijų skaičiaus reikšmės analizuojamame laikotarpyje nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Bitkoino prekybos apimtys per dieną analizuojamu laikotarpiu svyravo tarp 900 JAV dolerių (minimali reikšmė) iki 14,642 mlrd. JAV dolerių (maksimali reikšmė). Transakcijų su bitkoinais apimčių vidurkis analizuojamu laikotarpiu sudarė 461,82 mln. JAV dolerių, o standartinis nuokrypis – 1,287 mlrd. JAV dolerių. Remiantis atliktais skaičiavimais, asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmės atitinkamai buvo 4,469 ir 25,009, kas rodo jog prekybos bitkoinu apimčių per dieną reikšmės analizuojamame laikotarpyje nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.



Kaip jau buvo minėta, užklausų apie atitinkamą kriptovaliutą skaičius Google užklausų sistemoje, tai kintamasis kuris parodo vartotojų užklausų, kuriose yra atitinkamos kriptovaliutos pavadinimas skaičių per savaitę. Šis kintamasis yra normalizuotas skalėje nuo 0 iki 100. Maksimalus skaičius 100 yra priskiriama analizuojamo laikotarpio savaitei, kurioje užklausų skaičius buvo maksimalus. Iš aprašomosios statistikos galima padaryti išvadą, kad analizuojamu laikotarpiu nebuvo savaitės, kai vartotojai nesidomėjo bitkoinu. Užklausų skaičius svyruoja nuo 2 iki 100. Normalizuoto užklausų skaičiaus vidurkis 15,851, o standartinis nuokrypis – 17,629. Taip asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmės (2,241 ir 5,709 atitinkamai) rodo, kad normalizuotos užklausų skaičiaus reikšmės duotame laikotarpyje yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Kadangi praktiškai visų analizuotų kintamųjų reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, koreliacinei analizei skaičiuosime Spearman'o koreliacijos koeficientą. Koreliacinės analizės rezultatai pateikti 6 lentelėje.

## 6 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką bitkoino kainai, koreliacinės analizės rezultatai*

	BP	SD	HR	TD	TV	QN	OP	SP	UE	PU
BP	1									
SD	,760**	1								
HR	,751**	,997**	1							
TD	,850**	,870**	,868**	1						
TV	,847**	,895**	,892**	,958**	1					
QN	,893**	,614**	,613**	,784**	,776**	1				
OP	,053	-,121*	-,107*	,002	-,047*	,315**	1			
SP	,875**	,643**	,638**	,824**	,826**	,730**	-,041	1		
UE	,071	,218**	,223**	,051	0,025	,231**	,667**	-,048	1	
PU	,776**	,511**	,508**	,739**	,759**	,605**	-,285	,822**	-,028*	1

BP – Bitkoino kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; TV - dienos transakcijų vertė; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; OP - Brent naftos kaina; SP - S&P 500 indeksas; UE - USD / EUR kursas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

\*\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,01$ .

\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,05$ .

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Koreliacinė analizė leido padaryti, kad Bitkoino kaina statistiškai reikšmingai koreliuoja su visais kintamaisiais, išskyrus su Brent naftos kaina ir su USD/EUR kursu. Su šiais kintamaisiais Bitkoino kainos koreliacija silpna ir statistiškai nereikšminga ( $p > 0,05$ ). Stipriausias ir statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas tarp Bitkoino kainos ir užklausų Google sistemoje apie Bitkoiną skaičiaus ( $r_s = 0,893$ ,  $p = 0,000$ ). Tuo tarpu silpniausi ryšiai nustatyti tarp Bitkoino kainos ir sistemos sudėtingumo ( $r_s = 0,760$ ,  $p = 0,000$ ).

Remiantis koreliacinės analizės rezultatais, regresinėje analizėje nenaudojami kintamieji, kurių ryšiai su Bitkoino kaina yra statistiškai nereikšmingi: USD / EUR valutų kursas ir Brent

nafotos kaina. Kad atlikti regresinę analizę visų pirma atliekamas sudaryto tiesinės regresijos tinkamumo nagrinėti patikrinimas, kurio rezultatai pateikiami 7 lentelėje.

### 7 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką bitkoino kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai*

<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Pakoreguotas R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
0,864	0,746	0,745	0,000

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis tikrinimo rezultatai galima padaryti išvadą, kad modelis yra tinkamas nagrinėti, o visų modelyje naudojamų nepriklausomų kintamųjų (sistemos sudėtingumas, maišos galia, ttransakcijų per dieną skaičius, dienos transakcijų vertė, užklausų Google apie bitkoiną skaičius, SP - S&P 500 indeksas ir ekonominės politikos neapibrėžtumas) pokyčiai 74,6 proc. paaiškina Bitkoino kainos dispersiją.

Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Bitkoino kainai, regresinės analizės rezultatai pateikiami 8 lentelėje.

### 8 lentelė

*Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Bitkoino kainai, regresinės analizės rezultatai*

	<b>Nestandardizuotas koeficientas</b>		<b>Standartizuotas koeficientas</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
	<b>B</b>	<b>Std. nuokrypis</b>	<b>Beta</b>		
Konstantė	-11577,105	367,431		-31,508	0,000
SD	-22,182	11,147	-0,214	-1,99	<b>0,047</b>
HR	565,885	1525,142	0,038	0,371	0,711
TD	-0,009	0,003	-0,129	-2,82	<b>0,005</b>
TV	-4,382	2,026	-0,053	-2,163	<b>0,031</b>
QN	94,384	3,561	0,344	26,508	<b>0,000</b>
SP	5,947	0,189	0,979	31,525	<b>0,000</b>
PU	-3,927	1,066	-0,077	-3,683	<b>0,000</b>

BP – Bitkoino kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; TV - dienos transakcijų vertė; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; SP - S&P 500 indeksas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Galima padaryti išvadą, kad visi regresinėje analizėje naudoti nepriklausomi kintamieji, išskyrus maišos galios kintamąjį, daro įtaką Bitkoino kainai. Tai rodo atskirų kintamųjų statistinis reikšmingumas ( $p < 0,05$ ). Todėl regresijos lygtį Bitkoino kainai galima užrašyti:

$$BP = -11277,105 - 22,182 \cdot SD - 0,009 \cdot TD - 4,382 \cdot TV + 94,384 \cdot QN + 5,947 \cdot SP - 3,297 \cdot PU$$

Atlikta regresinė analizė leidžia padaryti išvadą, kad sistemos sudėtingumas, transakcijų per dieną skaičius, transakcijų apimtis ir ekonomikos politikos neapibrėžtumas daro neigiamą įtaką Bitkoino kainai. Taip nustatyta, kad labiausiai tinkamas Bitkoino kainai prognozuoti yra &P 500 indeksas ( $\beta=0,979$ ), kurio atskirai paaimto reikšmių pokyčiai 56,8 proc. paaiškina Bitkoino kainos dispersija. Kartu su užklausų Google sistemoje apie Bitkoiną skaičiumi ( $\beta=0,344$ ), šių dviejų kintamųjų reikšmių pokyčiai paaiškina 71,4 proc. Bitkoino kainos dispersijos.

Tam, kad nustatyti Bitkoino kainos ir šiai kainai darančių veiksnių priežastinį ryšį, naudojamas Granger priežastingumo testas. Tam, kad patikrinti tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių stacionarumą, atliekamas Dickey-Fuller testas, kurio rezultatai pateikiami 9 lentelėje.

## 9 lentelė

*Dickey-Fuller testo statistika Bitkoino kainos atveju*

Kintamasis	t-statistika	Statistinis reikšmingumas (p)
Bitkoino kaina	0.271995	0.9769
Sistemos sudėtingumas	1.177895	0.9981
Google užklausų apie Bitkoiną skaičius	-2.598723	0.0933
Maišos galia	0.359907	0.9812
Transakcijų skaičius per dieną	-0.473721	0.8938
Dienos transakcijų vertė	-1.495809	0.5358
Brent naftos kaina	-2.347557	0.1572
Ekonomikos neapibrėžtumas	-2.045174	0.2675
S&P 500 indeksas	1.271798	0.9986
USD/EUR kursas	-2.692940	0.0754

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis atlikto Dickey-Fuller testo rezultatais, visų naudojamų kintamųjų statistinis reikšmingumas yra didesnis už pasirinktą kritinę reikšmę ( $p>0,05$ ). Tai reiškia, kad nei vieno iš Bitkoino kainos tyrime naudojamų kintamųjų reikšmės nėra stacionarios. Kad pašalinti nestacionarumą, atliekama visų tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių pirmos eilės integracija. Pakartotinai atlikus Dickey-Fuller testą nustatyta, kad visų pirma eile integruotų kintamųjų reikšmės pasižymi stacionarumu ( $p<0,05$ ) ir yra tinkamos naudoti Granger priežastingumo testui atlikti.

Kad atlikti Granger testą, reikia pasirinkti vėlavimo eilę. Tam atliekamas vėlavimo eilės pasirinkimo testas, kurio rezultatai pateikiami 1 priede. Kadangi tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių skaičius didesnis nei 900, vėlavimo eilei nustatyti naudojamas Hannan-Quinn kriterijus (HC). Pagal šį kriterijų tinkamiausia vėlavimo eilė yra antra. Pagal šią vėlavimo eilės reikšmę atliekamas Granger testas Bitkoino kainai ir ją įtakojantiems veiksniams. Šio testo rezultatai pateikiami 10 lentelėje.

## 10 lentelė

*Bitkoino kainos ir jų įtakojančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai*

<b>Vėlavimo eilė: 2</b>		
<b>Nulinė hipotezė</b>	<b>F-statistika</b>	<b>p</b>
Bitkoino sistemos sudėtingumas nėra jo kainos priežastis	5.68327	0.0034
Bitkoino kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis	27.1438	<b>0.0001</b>
Užklausų Google skaičius nėra Bitkoino kainos priežastis	2.47087	0.0847
Bitkoino kaina nėra užklausų Google skaičiaus priežastis	3.18884	<b>0.0414</b>
Bitkoino maišos galia nėra jo kainos priežastis	2.89951	0.0552
Bitkoino kaina nėra jo maišos galios priežastis	24.2288	<b>0.0003</b>
Dienos transakcijų skaičius nėra Bitkoino kainos priežastis	1.96008	0.1411
Bitkoino kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis	1.74457	0.1749
Dienos prekybos apimtis nėra Bitkoino kainos priežastis	0.10379	0.9014
Bitkoino kaina nėra jo dienos prekybos apimties priežastis	22.9018	<b>0.0017</b>
Brent naftos kaina nėra Bitkoino kainos priežastis	0.35917	0.6983
Bitkoino kaina nėra Brent naftos kainos priežastis	1.84634	0.1581
Ekonomikos neapibrėžtumas nėra Bitkoino kainos priežastis	0.77086	0.4628
Bitkoino kaina nėra ekonomikos neapibrėžtumo priežastis	1.51001	0.2212
S&P 500 indeksas nėra Bitkoino kainos priežastis	2.67314	0.0693
Bitkoino kaina nėra S&P 500 indeksas priežastis	0.82396	0.4388
USD/EUR kursas nėra Bitkoino kainos priežastis	0.01456	0.9855
Bitkoino kaina nėra USD/EUR kursas priežastis	0.55048	0.5768

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Granger priežastingumo rezultate analizuojamos hipotezės, kurių statistinis reikšmingumas yra mažesnis už 0,05. Tai reiškia, kad hipotezę apie tai, kad Bitkoino kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis ( $F=27,1438$ ;  $p=0,0001$ ) galima atmesti ir galima teigti, kad Bitkoino kaina yra jo sistemos sudėtingumo priežastis. Taip pat reikia atmesti hipotezę apie tai, kad Bitkoino kaina nėra užklausų Google skaičiaus priežastis ( $F=3,18884$ ;  $p=0,0141$ ). Tokiu atveju reikalinga priimti hipotezę, kad Bitkoino kaina yra užklausų apie Bitkoiną Google skaičiaus priežastis. Hipotezė apie tai, kad Bitkoino kaina nėra jo maišos galios priežastis reikalinga atmesti ( $F=24,2288$ ;  $p=0,0003$ ). Todėl hipotezė kad Bitkoino kaina yra jo maišos galios priežastis patvirtinama. Hipotezė, kad Bitkoino kaina nėra jo dienos prekybos apimties priežastis ( $F=22,9018$ ;  $p=0,0017$ ). Tuomet hipotezė, kad Bitkoino kaina yra jo dienos prekybos apimties priežastis patvirtinama.

Apibendrinant galima teigti, kad tyrimui pasirinkti veiksniai nėra Bitkoino kainos priežastis. Tačiau bitkoino kaina lemia tokius veiksnius, kaip Bitkoino sistemos sudėtingumas, užklausų apie Bitkoiną Google sistemoje skaičių, Bitkoino maišos galią ir prekybos Bitkoinu dienos apimtis. Galima padaryti išvadą, kad Bitkoino atveju jo kaina didesne dalimi lemia jo pagrindinius vidinius veiksnius. Taip pat reikia įvertinti tai, kad ši įtaka pasireiškia antroje vėlinimo eilėje. Tai reiškia, kad Bitkoino kainos įtaka vėluoja dviem analizuojamais laikotarpiais (dviem dienomis).

### 3.3. Veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, analizė

Ethereum kriptovaliuta yra laikoma pagrindine Bitkoino konkurente. Ši kriptovaliuta pradėjo būti naudojama 2015 metais. Ethereum kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu 2015-2021 metais pateikta 10 pav.

Pirmuosius Ethereum kainos augimo požymius galima buvo pastebėti 2017 metų viduryje, o ženklesnis jos augimas vyko 2018 metų pabaigoje. Šis augimas, kaip ir Bitkoino atveju, sutapo su tuo, kad Kinijoje buvo uždrausta prekyba kriptovaliutomis šalies viduje 2017 metų pabaigoje. Tačiau per 2019 metus Ethereum kaina nukrito 10 kartų. Jei 2018 metų pradžioje vienas Ethereum vienetas kainavo apie 1200 JAV dolerių, tai 2019 metų pradžioje jau tik apie 120 JAV dolerių. Taip pat galima pastebėti, kad COVID-19 pandemija 2020 metais didelės įtakos Ethereum kainai nepadarė. Trumpam ši kaina buvo pakilusi iki 265 JAV dolerių, tačiau greitai grįžo į 100 JAV dolerių lygį.

#### 10 paveikslas

*Ethereum kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu 2015-2021 metais*



Labai spartus Ethereum kainos augimas prasidėjo 2021 metų pradžioje. Šio augimo pradžia sutapo su tuo, kad Kinija uždraudė bet kokias operacijas su Kripto valiutomis ne tik šalies viduje, tačiau ir tarptautiniame lygyje. Praktiškai buvo prarasta milžiniška kriptovaliutų rinka. 2021 metų gegužės mėnesį Ethereum buvo pasiekęs savo kainos maksimumą – 4175 JAV dolerių. Tačiau labai greitai ši kaina pradėjo mažėti. Tačiau nuo tų pačių rugpjūčio mėnesio vėl galima stebėti greitą šios kainos augimą.

Kripto valiutos Ethereum kainos ir veiksnių, kurie jai daro įtaką aprašomoji statistika pateikta 11 lentelėje.

## 11 lentelė

*Kripto valiutos Ethereum kainos ir veiksnių, kurie jai daro įtaką aprašomoji statistika*

<b>Kintamasis</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>AK</b>	<b>EK</b>
Ethereum kaina	0,432	4174,636	439,862	695,387	2,611	6,705
Sistemos sudėtingumas	0,121	10210,42	2375,153	2219,491	1,265	1,587
Maišos galia	11,530	798559,361	183487,242	176058,921	1,282	1,531
Transakcijų per dieną skaičius	0,000	1716600	586295,06	441600,232	0,158	-1,129
Dienos transakcijų vertė	0,000	77470000	5119030,58	7740347,70	2,936	13,242
Užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius	0	100	13,229	17,784	2,368	6,562

Min – minimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; Max – maksimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; M – kintamojo reikšmių vidurkis; SD – standartinis nuokrypis; AK – asimetryjos koeficientas; EK – eksceso koeficientas  
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Minimali Ethereum kriptovaliutos kainos reikšmė buvo fiksuota analizuojamo laikotarpio pradžioje ir sudarė 0,43 JAV dolerio. Kaip jau minėta, maksimali šios kriptovaliutos kaina buvo fiksuota 2021 metų gegužę. Kainos vidurkis - 439,86 JAV dolerių. Pagal asimetryjos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 2,611 ir 6,705) galima teigti, kad Ethereum kainos yra pasikirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Ethereum tinklo sudėtingumas (gavybos sudėtingumas) analizuojamu laikotarpiu svyravo tarp 0,121 ir 10210,42 TH. Vidurkis sudarė 2375,153 TH. Reikia pažymėti, kad tinklo sudėtingumas, skirtingai nuo Bitkoino kriptovaliutos tinklo sudėtingumo didėjo netolygiai. Tam tikras pikas buvo pasiektas 2018 metų viduryje, tačiau vėliau sudėtingumas sumažėjo ir pradėjo augti nuo 2020 metų pabaigos. Taip pat, pagal asimetryjos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 1,265 ir 1,587) galima padaryti išvadą, kad šio kintamojo reikšmės nėra pasikirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Atlikus Ethereum kriptovaliutos maišos galios reikšmių analizę galima teigti, kad šios kriptovaliutos maišos galios pokyčių tendencijos yra labai panašios į tinklo sudėtingumo reikšmių pokyčių tendencijas: augimas 2018 metų viduryje, vėlesnis sumažėjimas, santykiniai stabilus išsilaikymas viename lygyje iki 2020 metų vidurio ir vėlesnis greitas augimas. Maišos galia svyravo tarp 11,530 ir 798559,361 GH/s ribose. Šios reikšmės buvo fiksuotos laikotarpio ašies kraštuose. Pagal asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 1,282 ir 1,531) galima padaryti išvadą, kad šio kintamojo reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Kriptovaliutos Ethereum transakcijų skaičius per dieną svyravo nuo 0 (laikotarpio pradžioje) iki 1,716 mln. transakcijų per dieną. Reikia pažymėti, kad transakcijų skaičius buvo labai padidėjęs 2017 metų pabaigoje – 2018 metų pradžioje, kai Kinija uždraudė operacijas su kriptovaliutomis šalies viduje, o maksimali reikšmė buvo pasiekta 2021 metų pradžioje. Pagal asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 0,158 ir -1,129) galima padaryti išvadą, kad šio kintamojo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Dienos transakcijų vertės pokyčių analizuojamu laikotarpiu tendencijos atitinka transakcijų per dieną skaičiaus tendencijas. Transakcijų vertė per dieną svyravo nuo 0 JAV dolerių, iki 77,47 mln. JAV dolerių. Pagal asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 2,936 ir 13,242) galima padaryti išvadą, kad šio kintamojo reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Susidomėjimas Ethereum kriptovaliuta Google paieškos sistemoje buvo užfiksuotas 2017 metų pabaigoje – 2018 metų pradžioje. Vėliau susidomėjimas atslūgo ir ženkliai padidėjo 2020 metų pabaigoje, o susidomėjimo maksimumas buvo pasiektas 2020 metų kovo-gegužės mėnesiais. Pagal asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmes (atitinkamai 2,368 ir 6,562) galima padaryti išvadą, kad šio kintamojo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Kadangi praktiškai visų analizuotų kintamųjų reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, koreliacinei analizei skaičiuosime Spearman'o koreliacijos koeficientą. Koreliacinės analizės rezultatai pateikti 12 lentelėje.

## 12 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Ethereum kainai, koreliacinės analizės rezultatai*

	EP	SD	HR	TD	TV	QN	SP	OP	UE	PU
EP	1									
SD	,841**	1								
HR	,857**	,977**	1							
TD	,870**	,854**	,895**	1						
TV	,007	,570**	,591**	,634*	1					
QN	,903**	,709**	,716**	,775**	,337**	1				
SP	,636**	,754**	,798**	,877**	,900**	,522**	1			

<b>OP</b>	-,095	,045*	,050	-,088	-,126	- ,265**	-,041	1		
<b>UE</b>	-,071	,072	,109**	,167	-,154*	- ,176**	-,048	,667**	1	
<b>PU</b>	,190	,547**	,556**	,698**	,818**	,505**	,822**	- ,285**	- ,289**	1

EP – Ethereum kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; TV - dienos transakcijų vertė; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; OP - Brent naftos kaina; SP - S&P 500 indeksas; UE - USD / EUR kursas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

\*\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,01$ .

\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,05$ .

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis koreliacinės analizės rezultatais nustatyta, kad Ethereum kainos statistiškai reikšmingi ryšiai egzistuoja ne su visais nagrinėtais kintamaisiais. Stipriausias Ethereum kainos ryšys nustatytas su užklausų Google sistemoje apie Ethereum skaičiumi ( $r_s = 0,903$ ;  $p < 0,01$ ). Tuo tarpu silpniausias statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas tarp Ethereum kainos ir - S&P 500 indekso ( $r_s = 0,636$ ;  $p < 0,01$ ). Nustatyta, kad nors tarp Ethereum kainos ir dienos transakcijų apimties, Brent naftos kainos, USD / EUR kurso ir ekonomikos politikos neapibrėžtumo egzistuoja labai silpni ryšiai, šie ryšiai statistiškai nereikšmingi. Todėl regresinėje analizėje bus naudojami kintamieji, atspindintys tokius Ethereum kainą įtakojančius veiksnius, kaip sistemos sudėtingumas, maišos galia, transakcijų per dieną skaičius, užklausų apie Ethereum skaičius Google paieškos sistemoje, ir S&P 500 indeksas.

Atliekant regresinę analizę visų pirma patikrinamas sudaryto regresijos modelio tinkamumas nagrinėti. Šio tikrinimo rezultatai pateikti 13 lentelėje.

### 13 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai*

<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Pakoreguotas R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
0,900	0,810	0,810	0,000

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis tinkamumo testo rezultatai, modelis yra tinkamas nagrinėti, nes  $p < 0,05$ . Taip galima teigti, kad Ethereum sistemos sudėtingumo, maišos galios, transakcijų per dieną skaičiaus, užklausų apie Ethereum skaičiaus Google paieškos sistemoje ir S&P 500 indekso reikšmių pokyčiai 81,0 proc. paaiškina Ethereum kriptovaliutos kainos dispersiją.

Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, regresinės analizės rezultatai pateikiami 14 lentelėje.



## 14 lentelė

*Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Ethereum kainai, regresinės analizės rezultatai*

	Nestandardizuotas koeficientas		Standartizuotas koeficientas	t	p
	B	Std. nuokrypis	Beta		
Konstantė	429,912	15,575		27,603	<b>0,000</b>
SD	-0,036	0,009	-0,2	-4,197	<b>0,003</b>
HR	0,017	0,001	0,503	9,599	<b>0,000</b>
TD	0,012	0,001	0,898	28,328	<b>0,000</b>
QN	9,55	0,337	0,345	28,471	<b>0,000</b>
SP	-0,24	0,008	-0,687	-31,724	0,731

EP – Ethereum kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; SP - S&P 500 indeksas

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atlikta regresinė analizė parodė, kad iš visų kintamųjų, naudotų analizėje, tik S&P 500 indeksas reikšmingos įtakos Ethereum kainai nedaro. Todėl regresijos lygtį galima užrašyti:

$$EP = 429,912 - 0,036 \cdot SD + 0,017 \cdot HR + 0,012 \cdot TD + 9,55 \cdot QN$$

Taip pat nustatyta, kad didžiausią įtaką Ethereum kainai daro užklausų apie šią kriptovaliutą Google paieškos sistemoje skaičius ( $\beta=28,471$ ,  $p<0,01$ ). Šio kintamojo reikšmių pokyčiai 61,7 proc. paaiškina Ethereum kainos dispersiją. O užklausų Google sistemoje skaičiaus pokyčiai kartu su Ethereum kriptovaliutos dienos transakcijų skaičiaus pokyčiai 75,6 proc. paaiškina Ethereum kainos dispersiją.

Tam, kad nustatyti Ethereum kainos ir šiai kainai darančių veiksnių priežastinį ryšį, naudojamas Granger priežastingumo testas. Tam, kad patikrinti tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių stacionarumą, atliekamas Dickey-Fuller testas, kurio rezultatai pateikiami 15 lentelėje.

## 15 lentelė

*Dickey-Fuller testo statistika Ethereum kainos atveju*

Kintamasis	t-statistika	Statistinis reikšmingumas (p)
Ethereum kaina	0.888141	0.9954
Sistemos sudėtingumas	3.243270	1.0000
Google užklausų apie Ethereum skaičius	-2.557156	0.1023
Maišos galia	3.744449	1.0000
Transakcijų skaičius per dieną	-2.347557	0.1572
Dienos transakcijų vertė	-3.836062	<b>0.0026</b>
Brent naftos kaina	-2.347557	0.1572
Ekonomikos neapibrėžtumas	-2.045174	0.2675
S&P 500 indeksas	1.271798	0.9986
USD/EUR kursas	-2.692940	0.0754

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis atlikto Dickey-Fuller testo rezultatais, visų naudojamų kintamųjų, išskyrus Ethereum dienos transakcijų kintamąjį, statistinis reikšmingumas yra didesnis už pasirinktą kritinę reikšmę ( $p > 0,05$ ). Tai reiškia, kad tik Ethereum dienos transakcijų vertės kintamojo reikšmės pasižymi stacionarumu. Visų kitų kintamųjų reikšmėms reikia atlikti pirmos eilės integraciją. Atlikus pirmos integraciją ir pakartotinai atlikus Dickey-Fuller testą nustatyta, kad visų pirma eile integruotų kintamųjų reikšmės pasižymi stacionarumu ( $p < 0,05$ ) ir yra tinkamos naudoti Granger priežastingumo testui atlikti.

Kad atlikti Granger testą, reikalinga pasirinkti vėlavimo eilę. Tam atliekamas vėlavimo eilės pasirinkimo testas, kurio rezultatai pateikiami 2 priede. Kadangi tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių skaičius didesnis nei 900, vėlavimo eilei nustatyti naudojamas Hannan-Quinn kriterijus (HC). Pagal šį kriterijų tinkamiausia vėlavimo eilė yra antra. Pagal šią vėlavimo eilės reikšmę atliekamas Granger testas Ethereum kainai ir ją įtakojančioms veiksniais. Šio testo rezultatai pateikiami 16 lentelėje.

## 16 lentelė

*Ethereum kainos ir ją įtakančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai*

<b>Vėlavimo eilė: 2</b>		
<b>Nulinė hipotezė</b>	<b>F-statistika</b>	<b>p</b>
Ethereum sistemos sudėtingumas nėra jo kainos priežastis	8.63154	<b>0.0002</b>
Ethereum kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis	19.0756	<b>0.0027</b>
Užklausų Google skaičius nėra Ethereum kainos priežastis	44.8147	<b>0.0008</b>
Ethereum kaina nėra užklausų Google skaičiaus priežastis	0.01267	0.9874
Ethereum maišos galia nėra jo kainos priežastis	5.81150	<b>0.0030</b>
Ethereum kaina nėra jo maišos galios priežastis	31.5455	<b>0.0014</b>
Dienos transakcijų skaičius nėra Ethereum kainos priežastis	1.19059	0.3042
Ethereum kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis	3.63275	<b>0.0266</b>
Dienos prekybos apimtis nėra Ethereum kainos priežastis	0.22703	0.7969
Ethereum kaina nėra jo dienos prekybos apimties priežastis	1.05334	0.3489
Brent naftos kaina nėra Ethereum kainos priežastis	0.66302	0.5154
Ethereum kaina nėra Brent naftos kainos priežastis	2.51527	0.0811
Ekonomikos neapibrėžtumas nėra Ethereum kainos priežastis	1.12179	0.3259
Ethereum kaina nėra ekonomikos neapibrėžtumo priežastis	0.28254	0.7539
S&P 500 indeksas nėra Ethereum kainos priežastis	1.06786	0.3439
Ethereum kaina nėra S&P 500 indeksas priežastis	0.10296	0.9022
USD/EUR kursas nėra Ethereum kainos priežastis	1.42184	0.2415

Ethereum kaina nėra USD/EUR kursas priežastis	2.41580	0.0896
---	---------	--------

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis Granger priežastingumo testu, visų pirma galima atmesti hipotezę apie tai, kad Ethereum sistemos sudėtingumas nėra jo kainos priežastis ( $F=8,63154$ ;  $p=0,0002$ ) ir galima teigti, kad Ethereum sistemos sudėtingumas yra šios kriptovaliutos kainos priežastis. Tačiau galima atmesti hipotezę, kad Ethereum kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis ( $F=19,0756$ ;  $p=0,0027$ ). Galima teigti, kad Ethereum kaina yra jo sistemos sudėtingumo priežastis. Todėl galima padaryti išvadą, kad tarp Ethereum kainos ir šios kriptovaliutos tinklo sudėtingumo egzistuoja abiopūs priežastingumo ryšys, kai vėlavimo eilė yra lygi 2. Tai reiškia, kad ir Ethereum kaina daro įtaką jo sudėtingumui ir Ethereum tinklo sudėtingumas daro įtaką šios kriptovaliutos kainai. Taip pat galima atmesti hipotezę, kad užklausų Google skaičius nėra Ethereum kainos priežastis ( $F=44,8147$ ;  $p=0,0008$ ). Tuomet hipotezė, kad užklausų Google skaičius yra Ethereum kainos priežastis teisinga. Tokiu būdu, jei Bitkoino atveju kylanti šios kriptovaliutos kaina didina užklausų apie ją Google sistemoje skaičių, tai Ethereum atveju, susidomėjimo šia kriptovaliuta didėjimas didina jos kainą. Hipotezę, kad Ethereum maišos galia nėra jo kainos priežastis galima atmesti ( $F=5,81150$ ;  $p=0,0030$ ), kaip ir hipotezę, kad Ethereum kaina nėra jo maišos galios priežastis ( $F=31,5455$ ;  $p=0,0014$ ). Tokiu būdu galima teigti, kad Ethereum maišos galia yra jo kainos priežastis, o taip pat, kad Ethereum kaina yra jo maišos galios priežastis. Tai reiškia, kad tarp Ethereum kainos ir šios kriptovaliutos maišos galios egzistuoja apibūsis priežastinis ryšys. Taip pat galima atmesti hipotezę, kad Ethereum kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis ( $F=3,363175$ ;  $p=0,0266$ ). Tokiu atveju hipotezė, kad Ethereum kaina yra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis – teisinga.

Apibendrinant galima teigti, kad Ethereum kaina priežastiniais ryšiais yra labiau susijusi su šios kriptovaliutos vidiniais veiksniais ir nėra susijusi su išoriniais. Galima padaryti išvadą, kad tarp Ethereum kainos ir jos tinklo sudėtingumo, o taip pat tarp Ethereum kainos ir šios kriptovaliutos maišos galios yra apibūsis priežastiniai ryšiai. Tai reiškia, kad tiek Ethereum kaina daro įtaką šios kriptovaliutos tinklo sudėtingumui ir maišos galiai, tiek ir šie du kriptovaliutos vidiniai veiksniai daro įtaką jos kainai. Taip pat nustatyta, kad susidomėjimas Ethereum kriptovaliuta, išreikštas užklausų apie ją Google paieškos sistemoje skaičiumi, daro įtaką šios kriptovaliutos kainai. Tuo tarpu pati Ethereum kaina daro įtaką dienos transakcijų šiai kriptovaliuta skaičiui.

### 3.4. Veiksnių, darančių įtaką Litecoin kainai, analizė

Litecoin gavyba prasidėjo 2011 metų pabaigoje. Vienas iš pagrindinių Litecoin skirtumų nuo Bitcoin yra transakcijų patvirtinimo greitis. Litecoin tinkle blokas apdorojamas kas 2,5 minutės, o Bitkoino tinkle - kas 10 minučių. Litecoin kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu pateikta 11 pav.

#### 11 paveikslas

*Litecoin kriptovaliutos kaina JAV dolerio atžvilgiu 2014-2021 metais*



Remiantis kriptovaliutos Litecoin kainos tendencijomis iki 2017 metų vidurio kaina nesikeitė ir svyravo apie 3 JAV dolerius. Nuo 2017 metų vidurio investuotojų susidomėjimas šia valiuta padidėjo, nes Bitkoinus darėsi išgauti vis sunkiau, o Litecoino išgavimas, kaip jau buvo minėta buvo ženkliai lengvesnis. Pirmas Litecoino kainos šuolis vyko kartu su Kinijos draudimu šalies viduje atlikti operacijas su kriptovaliutomis. Tačiau palaipsniui kaina mažėjo iki 2019 metų vidurio, kai vyko antrasis Litecoin kainos augimas. Tai susiję su tuo, kad 2019 metų rugpjūtyje atlygis už šios kriptovaliutos gavybą buvo sumažintas per pusę. Tai buvo padaryta tam, kad sulėtinti Litecoin gavybą ir išlaikyti jo vertę. Tačiau po augimo, kaina vėl pradėjo mažėti. Nedidelis jos padidėjimas sutapo su COVID-19 pandemijos paskelbimu, tačiau tai buvo tik laikinas padidėjimas. Didžiausias augimas vyko Kinijai paskelbus apie visišką operacijų su kriptovaliutomis uždraudimą. Per du mėnesius nuo šios žinios paskelbimo Litecoin kaina padidėjo devynis kartus. Tačiau vėliau kaina labai greitai sumažėjo, nors pradinio lygio ir nepasiekė. Reikia pažymėti, kad 2021 metai pasižymi dideliais Litecoin kriptovaliutos kainos svyravimais.

Litecoin kainos ir jai įtaką darančių veiksnių aprašomoji statistika pateikta 17 lentelėje.

## 17 lentelė

*Litecoin kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika*

<b>Kintamasis</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>AK</b>	<b>EK</b>
Litecoin kaina	2,986	387,869	72,250	68,274	1,446	2,125
Sistemos sudėtingumas	2,458	11307,952	11651,332	27194,531	6,545	11,749
Maišos galia	0,999	502,314	169,697	131,141	-0,017	-1,236
Transakcijų per dieną skaičius	0,000	225860	100040,21	18525,961	5,332	37,259
Dienos transakcijų vertė	0,000	69916798,221	12741783,22	3581051,421	7,253	90,152
Užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius	0,000	100,000	6,384	11,003	6,202	48,149

Min – minimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; Max – maksimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; M – kintamojo reikšmių vidurkis; SD – standartinis nuokrypis; AK – asimetrijos koeficientas; EK – eksceso koeficientas  
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Analizuojamu laikotarpiu Litecoin kaina svyravo tarp 2,99 ir 387,87 JAV dolerių už vienetą. Kainos vidurkis sudarė 72,55 JAV dolerius. Remiantis asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmėmis (atitinkamai 1,446 ir 2,125), Litecoin kainos reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Litecoin tinklo sudėtingumas analizuojamu laikotarpiu keitėsi intervale nuo 2,458 TH iki 11307,952 TH. Tačiau šis kytimas vyko netolygiai. Minimalią savo reikšmę Litecoin tinklo sudėtingumas siekė laikotarpio pradžioje ir 2017 metų vidurio tinklo sudėtingumas praktiškai nedidėjo. Smarkus sudėtingumo augimas buvo fiksuotas 2018 metų pradžioje. Iki 2019 metų jis kiek sumažėjo, tačiau 2019 metais vėl prasidėjo augimas ir 2019 metų viduryje Litecoin augimas pasiekė savo maksimalią reikšmę analizuojamu laikotarpiu. Vėliau jis sumažėjo, ir su svyravimais po truputį didėjo. Analizuojamo laikotarpio pabaigoje Litecoin tinklo sudėtingumas siekė 10056,44 TH. Remiantis asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmėmis (atitinkamai 6,545 ir 11,749), Litecoin tinklo sudėtingumo reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Vidutinė Litecoin kriptovaliutos maišos galia analizuojamu laikotarpiu buvo 169,697 PHz/s. Taip pat jos kitimo tendencijos analizuojamu laikotarpiu atitinka tinklo sudėtingumo tendencijoms, o reikšmės pasiskirsčiusios ne pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Transakcijų skaičius per dieną keitėsi 0 ir 225860 transakcijų ribose. Tačiau transakcijų skaičiaus per dieną reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, kaip ir transakcijų apimtys per dieną JAV doleriais reikšmės, kurios keitėsi tarp 0,00 ir 69,916 mln. JAV dolerių per dieną.

Analizuojant užklausas Google paieškos sistemoje, galima išskirti du susidomėjimo Litecoin kriptovaliuta padidėjimo laikotarpius. Didžiausias buvo nuo 2017 pabaigos, iki 2018 metų balandžio mėnesį. Tuo laikotarpiu susidomėjimas šia kriptovaliuta buvo maksimalus. Kitas didesnis susidomėjimas buvo 2020 metų pabaigos - 2021 metų gegužės mėnesiais. Tačiau reikia pažymėti, kad domėjimosi vidurkis šia kriptovaliuta buvo du kartus mažesnis nei domėjimasis Litecoin ir tris kartus nei Bitcoin kriptovaliutomis. Domėjimosi reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Kadangi praktiškai visų analizuotų kintamųjų reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, koreliacinei analizei skaičiuosime Spearman'o koreliacijos koeficientą. Koreliacinės analizės rezultatai pateikti 18 lentelėje.

### 18 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Litecoin kainai, koreliacinės analizės rezultatai*

	LP	SD	HR	TD	TV	QN	SP	OP	UE	PU
LP	1									
SD	,678**	1								
HR	,174	,731**	1							
TD	,569**	,499**	,578**	1						
TV	,085	,649**	,392**	,266**	1					
QN	,127**	,370**	,375**	-,052*	,173	1				
SP	,575**	,933**	,765**	,420**	,714**	,487**	1			
OP	-,145	-,132*	-,052*	-,325*	- ,337**	,566**	-0,041	1		
UE	-,203	- ,358**	-0,029	- ,403**	- ,289**	,488**	-,048*	,667**	1	
PU	,589**	,821**	,659**	,531**	,672**	,230**	,822**	- ,285**	- ,289**	1

LP – Litecoin kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; TV - dienos transakcijų vertė; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; OP - Brent naftos kaina; SP - S&P 500 indeksas; UE - USD / EUR kursas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

\*\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,01$ .

\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,05$ .

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atlikta koreliacinė analizė parodė, kad tarp Litecoin kainos ir tinklo sudėtingumo egzistuoja vidutinio stiprumo, teigiamas ir statistiškai reikšmingas ryšys ( $r_s = 0,678$ ;  $p < 0,01$ ). Taip pat egzistuoja vidutinio stiprumo ir statistiškai reikšmingi Litecoin kainos ryšiai su transakcijų per dieną skaičiumi ( $r_s = 0,569$ ;  $p < 0,01$ ), S&P 500 indeksu ( $r_s = 0,575$ ;  $p < 0,01$ ) ir ekonominės politikos neapibrėžtumo indeksu ( $r_s = 0,589$ ;  $p < 0,01$ ). Silpnas, tačiau statistiškai reikšmingas ryšys egzistuoja tarp Litecoin kainos ir užklausų apie šią kriptovaliutą Google paieškos sistemoje skaičiumi ( $r_s = 0,127$ ;  $p < 0,01$ ). Tuo tarpu nors ir egzistuoja įvairaus stiprumo Litecoin kainos ryšiai su maišos galia, transakcijų per dieną apimtimis, Brent naftos kainos ir USD / EUR valiutų kurso, šie ryšiai statistiškai nereikšmingi ( $p > 0,05$ ). Todėl šie kintamieji į regresinę analizę neįtraukiami.

Atliekant regresinę analizę visų pirma patikrinamas sudaryto regresijos modelio tinkamumas nagrinėti. Šio tikrinimo rezultatai pateikti 19 lentelėje.

### 19 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką Litecoin kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai*

<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Pakoreguotas R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
0,632	0,399	0,397	0,000

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis modelio tinkamumo nagrinėti testo rezultatais galima teigti, kad modelis yra tinkamas nagrinėti ( $p < 0,05$ ). Taip pat galima teigti, kad visų modelio nepriklausomų kintamųjų reikšmių pokyčiai 39,9 proc. paaiškina Litecoin kriptovaliutos kainos dispersiją. Daugialypės veiksmų, darančių įtaką Litecoin kainai, regresinės analizės rezultatai pateikiami 20 lentelėje.

### 20 lentelė

*Daugialypės veiksmų, darančių įtaką Litecoin kainai, regresinės analizės rezultatai*

	<b>Nestandardizuotas koeficientas</b>		<b>Standartizuotas koeficientas</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
	<b>B</b>	<b>Std. nuokrypis</b>	<b>Beta</b>		
Konstantė	-19,385	7,791		-2,488	<b>0,013</b>
SD	-0,006	0,000	-0,359	-3,326	<b>0,000</b>
TD	0,007	0,000	0,418	12,368	<b>0,000</b>
QN	0,344	0,028	0,426	19,211	<b>0,000</b>
SP	-0,265	0,098	-0,056	-2,712	<b>0,007</b>
PU	-0,002	0,004	-0,018	-0,544	0,586

BP – Bitkoino kaina; SD - sistemos sudėtingumas; TD - transakcijų per dieną skaičius; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; SP - S&P 500 indeksas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis regresinės analizės rezultatais galima padaryti išvadą, kad visi priklausomi kintamieji, išskyrus ekonomikos politikos neapibrėžtumo kintamąjį, daro reikšmingą įtaką Litecoin kriptovaliutos kainai. Nors ekonominės politikos neapibrėžtumas daro įtaką Litecoin kainai, ši įtaka yra nereikšminga. Todėl regresijos lygtį galima užrašyti:

$$LP = -19,385 \cdot 0,006 \cdot SD + 0,007 \cdot TD + 0,344 \cdot QN - 0,265 \cdot SP$$

Didžiausią įtaką Litecoin kriptovaliutos kainai daro užklausų Google paieškos sistemoje apie šią kriptovaliutą skaičius ( $\beta=19,211$ ,  $p < 0,01$ ), kurio pokyčiai paaiškina 15,7 proc. Litecoin kainos dispersijos, o kartu su transakcijų skaičiaus per dieną kintamojo reikšmių pokyčiais ( $\beta=12,368$ ,  $p < 0,01$ ), 33,7 proc. Litecoin kainos dispersijos.

Tam, kad nustatyti Litecoin kainos ir šiai kainai darančių veiksnių priežastinį ryšį, naudojamas Granger priežastingumo testas. Tam, kad patikrinti tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių stacionarumą, atliekamas Dickey-Fuller testas, kurio rezultatai pateikiami 21 lentelėje.

## 21 lentelė

*Dickey-Fuller testo statistika Litecoin kainos atveju*

Kintamasis	t-statistika	Statistinis reikšmingumas (p)
Litecoin kaina	-2.183403	0.2126
Sistemos sudėtingumas	2.460097	1.0000
Google užklausų apie Litecoin skaičius	-4.076415	<b>0.0011</b>
Maišos galia	-1.079092	0.7261
Transakcijų skaičius per dieną	-3.929966	<b>0.0019</b>
Dienos transakcijų vertė	-3.858518	<b>0.0024</b>
Brent naftos kaina	-2.347557	0.1572
Ekonomikos neapibrėžtumas	-2.045174	0.2675
S&P 500 indeksas	1.271798	0.9986
USD/EUR kursas	-2.692940	0.0754

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis atlikto Dickey-Fuller testo rezultatais, visų naudojamų kintamųjų, išskyrus Google užklausų apie Litecoin skaičių, transakcijų šia kriptovaliuta skaičių ir dienos transakcijų šia kriptovaliuta vertę, statistinis reikšmingumas yra didesnis už pasirinktą kritinę reikšmę ( $p > 0,05$ ). Tai reiškia, kad minėtų trijų kintamųjų reikšmės pasižymi stacionarumu. Visų kitų kintamųjų reikšmėms reikia atlikti pirmos eilės integraciją. Atlikus pirmos eilės integraciją ir pakartotinai atlikus Dickey-Fuller testą nustatyta, kad visų pirma eile integruotų kintamųjų reikšmės pasižymi stacionarumu ( $p < 0,05$ ) ir yra tinkamos naudoti Granger priežastingumo testui atlikti.

Kad atlikti Granger testą, reikalinga pasirinkti vėlavimo eilę. Tam atliekamas vėlavimo eilės pasirinkimo testas, kurio rezultatai pateikiami 3 priede. Kadangi tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių skaičius didesnis nei 900, vėlavimo eilei nustatyti naudojamas Hannan-Quinn kriterijus (HC). Pagal šį kriterijų tinkamiausia vėlavimo eilė yra antra. Pagal šią vėlavimo eilės reikšmę atliekamas Granger tesstas Litecoin kainai ir ją įtakojančioms veiksnams. Šio testo rezultatai pateikiami 22 lentelėje.



## 22 lentelė

*Litecoin kainos ir jų įtakojančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai*

<b>Vėlavimo eilė: 2</b>		
<b>Nulinė hipotezė</b>	<b>F-statistika</b>	<b>p</b>
Litecoin sistemos sudėtingumas nėra jo kainos priežastis	0.04762	0.9535
Litecoin kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis	0.00801	0.9920
Užklausų Google skaičius nėra Litecoin kainos priežastis	0.09886	0.9059
Litecoin kaina nėra užklausų Google skaičiaus priežastis	0.11504	0.8913
Litecoin maišos galia nėra jo kainos priežastis	0.75166	0.4717
Litecoin kaina nėra jo maišos galios priežastis	5.01779	<b>0.0067</b>
Dienos transakcijų skaičius nėra Litecoin kainos priežastis	0.00611	0.9939
Litecoin kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis	7.27026	<b>0.0007</b>
Dienos prekybos apimtis nėra Litecoin kainos priežastis	0.04888	0.9523
Litecoin kaina nėra jo dienos prekybos apimties priežastis	0.28372	0.7530
Brent naftos kaina nėra Litecoin kainos priežastis	0.03468	0.9659
Litecoin kaina nėra Brent naftos kainos priežastis	0.82079	0.4402
Ekonomikos neapibrėžtumas nėra Litecoin kainos priežastis	0.23312	0.7921
Litecoin kaina nėra ekonomikos neapibrėžtumo priežastis	2.25092	0.1056
S&P 500 indeksas nėra Litecoin kainos priežastis	2.61000	0.0738
Litecoin kaina nėra S&P 500 indeksas priežastis	0.88622	0.4124
USD/EUR kursas nėra Litecoin kainos priežastis	0.66578	0.5140
Litecoin kaina nėra USD/EUR kursas priežastis	0.09644	0.9081

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atliktas Granger testas visų pirma leidžia padaryti išvadą, kad hipotezę apie tai, kad Litecoin kaina nėra jo maišos galios priežastis galima atmesti ( $F=5,01779$ ;  $p=0,0067$ ). Tokiu atveju hipotezės apie tai, kad Litecoin kaina yra jo maišos galios priežastis atmesti negalima. Taip pat galima atmesti hipotezę, kad Litecoin kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis ( $F=7,27026$ ;  $p=0,0007$ ). Tai reikštų, kad hipotezės, kad Litecoin kaina yra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis.

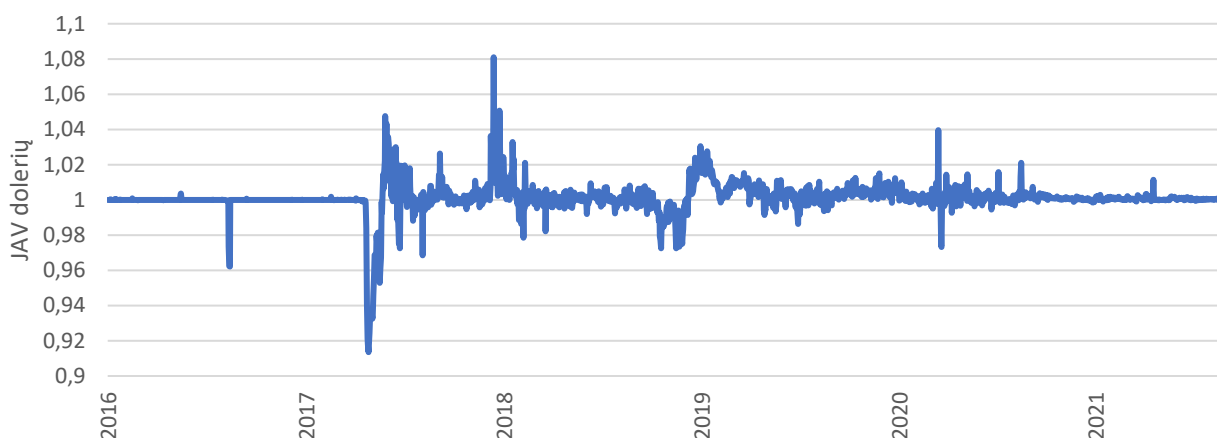
Apibendrinant galima teigti, kad visos kitos nulinės hipotezės pasitvirtina, kas parodo, kad nei vienas analizuotas Litecoin kriptovaliutos kainos veiksnys nėra šios kriptovaliutos kainos priežastis. Tuo tarpu Litecoin kriptovaliutos kaina daro įtaką tokiems jos vidiniams veiksniams, kaip maišos galia ir dienos transakcijų šia kriptovaliuta skaičius.

### 3.5. Veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, analizė

Tether – tai kriptovaliutos tipas, kurio tikslas palaikyti kriptovaliutos vertės stabilumą. Tether naudoja investuotojai, kurie siekia išvengti per didelių kitų kriptovaliutų kainų svyravimų, išsaugant tuo pačiu vertę kriptovaliutų rinkoje. Tether pradėjo cirkuluoti kriptovaliutų rinkoje 2015 metų sausio mėnesį. Jo kaina JAV dolerio atžvilgiu 2016-2021 metais pateikta 12 pav.

#### 12 paveikslas

*Tether kaina JAV dolerio atžvilgiu 2016-2021 metais*



Remiantis kainų svyravimais, Tether kriptovaliutos vertė nuo 2016 metų nei karto nebuvo pakilusi aukščiau 1,09 JAV dolerio ar nusileidusi žemiau 0,9 JAV dolerio. Visi šios kriptovaliutos svyravimai vyko šio intervalo ribose. Pirmas šios kriptovaliutos kainos sumažėjimas pastebėta 2017 metais. Tai gali būti susiję su tuo, kad tais metais organizacija, valdanti Tether išgavimą, pareiškė, kad šios kriptovaliutos savininkai neturi jokių juridinių teisių reikalauti, kad jų turimi kriptovaliutų kiekiai būtų išpirkti. Kitas Tether kainos pokytis (padidėjimas) pastebimas 2018 metais, kuomet Kinijai priėmus sprendimą draudžiantį šalies viduje operacija su kriptovaliutomis, padidėjo visų analizuotų kriptovaliutų kainos. Taip pat galima pastebėti, kad Tether kainai padarė trumpalaikę įtaką ir COVID-19 pandemijos paskelbimas. Be to pastebėta, kad nors nuo 2020 metų vidurio Tether kaina svyruoja apie 1 JAV dolerį, tačiau tie svyravimai pasižymi kiek didesne amplitude nei tokie pat svyravimai nuo 2016 metų pradžios iki 2017 metų vidurio.

Tether kainos ir jai įtaką darančių veiksnių aprašomoji statistika pateikta 23 lentelėje.

## 23 lentelė

*Tether kainos ir veiksnių, darančių įtaką šiai kainai, aprašomoji statistika*

<b>Kintamasis</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>AK</b>	<b>EK</b>
Tether kaina	0,9135	1,0810	1,001	0,009	-2,805	31,490
Sistemos sudėtingumas	1,027	2240,683	1044,176	1137,496	7,2721	13,627
Maišos galia	0,057	102,847	69,179	63,227	-9,146	- 17,226
Transakcijų per dieną skaičius	4,000	27581	2558,900	3857,742	1,763	2,984
Dienos transakcijų vertė	1350,00	62472499,00	7724899,33	1268147,184	1,525	1,292
Užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius	0,000	100,000	17,588	22,919	1,370	1,547

Min – minimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; Max – maksimali kintamojo reikšmė duotu laikotarpiu; M – kintamojo reikšmių vidurkis; SD – standartinis nuokrypis; AK – asimetrijos koeficientas; EK – eksceso koeficientas  
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Kaip jau buvo minėta, kriptovaliutos Tether kaina analizuojamu laikotarpiu nebuvo mažesnė nei 0,914 ir didesnė nei 1,081 JAV dolerio už šios kriptovalutos vienetą. Kainos vidurkis buvo 1,001 JAV dolerio, o pagal asimetrijos ir eksceso koeficientų reikšmes galima padaryti išvadą, kad Tether kainos reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Sistemos sudėtingumas kito tarp 1,027 ir 2240,683 TH. Lyginant su kitomis kriptovaliutomis, šis sudėtingumas išliko pakankamai stabilus, kaip ir maišos galia. Reikia tik pažymėti, kad nei sistemos sudėtingumo, nei maišos galios reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Vidutinis Tether dienos transakcijų skaičius – 2559 transakcijos per dieną, o vidutinė šių transakcijų dienos apimtis – 7,725 mln. JAV dolerių. Tiek Tether transakcijų skaičiaus per dieną, tiek dienos transakcijų vertės reikšmės analizuojamu laikotarpiu nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Lyginant su kitomis analizuotomis kriptovaliutomis, susidomėjimas Tether buvo stabilus. Tai reiškia, kad per visą laikotarpį susidomėjimas tai nuslūgdavo, tai vėl iš karto pradėdavo didėti. Praktiškai nebuvo tokio laikotarpio, kad užklausų, susijusių su Tether kriptovaliuta, Google paieškos sistemoje skaičius būtų lygus nuliui. Vidutinis normalizuotas užklausų skaičius analizuojamu laikotarpiu buvo 17,588 užklausos. Šių užklausų reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Kadangi praktiškai visų analizuotų kintamųjų reikšmės nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, koreliacinei analizei skaičiuosime Spearman'o koreliacijos koeficientą. Koreliacinės analizės rezultatai pateikti 24 lentelėje.

## 24 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką kriptovaliutos Tether kainai, koreliacinės analizės rezultatai*

	TP	SD	HR	TD	TV	QN	SP	OP	UE	PU
TP	1									
SD	,219*	1								
HR	,239**	,832**	1							
TD	-,038	,822**	,951**	1						
TV	,223	,849**	,971**	,945**	1					
QN	,224**	,196*	,129*	,133*	,125*	1				
SP	,349**	,679**	,790**	,761**	,820**	- ,110**	1			
OP	-,115	-,258	- ,361**	- ,358**	- ,389**	-0,06	-,195*	1		
UE	,176**	,205**	,246**	,308**	,214**	- ,090**	,245**	,460**	1	
PU	,043	,303**	,462**	,426**	,495**	,039	,513**	- ,672**	- ,263**	1

TP – Tether kaina; SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; TD - transakcijų per dieną skaičius; TV - dienos transakcijų vertė; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; OP - Brent naftos kaina; SP - S&P 500 indeksas; UE - USD / EUR kursas; PU - ekonominės politikos neapibrėžtumas

\*\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,01$ .

\* koreliacija reikšminga kai  $p < 0,05$ .

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atliktos koreliacinės analizės rezultatai rodo, kad tarp Tether kriptovaliutos kainos ir S&P 500 indekso egzistuoja vidutinio stiprumo ir statistiškai reikšmingas ryšys ( $r_s = 0,349$ ,  $p < 0,01$ ). Taip pat nustatyta, kad kriptovaliutos Tether kaina silpnais ryšiais susijusi su tinklo sudėtingumu ( $r_s = 0,219$ ,  $p < 0,05$ ), maišos galia ( $r_s = 0,239$ ,  $p < 0,01$ ), užklausų apie šią kriptovaliutą Google užklausų sistemoje skaičiumi ( $r_s = 0,224$ ,  $p < 0,01$ ), o taip pat su USD/EUR valiutų kursu ( $r_s = 0,176$ ,  $p < 0,01$ ). Visi šie ryšiai yra statistiškai reikšmingi. Taip pat nustatyti įvairaus stiprumo Tether kainos ryšiai su transakcijų per dieną skaičiumi, dienos transakcijų apimtimis, Brent naftos kaina ir ekonomikos politikos neapibrėžtumu. Tačiau visi šie ryšiai yra statistiškai nereikšmingi, todėl šie veiksniai kaip nepriklausomi kintamieji regresinėje analizėje nebus naudojami.

Iš pasirinktų veiksnių sudaromas modelis regresinei analizei, kurio tinkamumo nagrinėjimui testo rezultatai pateikiami 25 lentelėje.

## 25 lentelė

*Veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, modelio tinkamumo nagrinėti patikrinimo rezultatai*

R	R <sup>2</sup>	Pakoreguotas R <sup>2</sup>	p
0,344	0,119	0,113	0,000

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis testo rezultatais, modelis yra tinkamas nagrinėti ( $p < 0,05$ ). Taip pat nustatyta, kad Tether kriptovaliutos sistemos sudėtingumo, maišos galios, užklausų apie šią kriptovaliutą Google paieškos sistemoje skaičius, S&P 500 indekso bei USD / EUR valiutų kurso reikšmių

pokyčiai 11,9 proc. paaiškina Tether kainos dispersiją. Gauname, kad determinacijos koeficientas yra mažesnis nei 0,2, o tai reiškia, kad pasirinkti veiksniai, kurie daro įtaką Tether kriptovaliutos kainai paaiškina mažiau nei 20 proc. šios kainos dispersijos. Tai rodo, kad rezultatai ateityje turėtų būti gilinami.

Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, regresinės analizės rezultatai pateikiami 26 lentelėje.

## 26 lentelė

*Daugialypės veiksnių, darančių įtaką Tether kainai, regresinės analizės rezultatai*

	Nestandardizuotas koeficientas		Standartizuotas koeficientas	t	p
	B	Std. nuokrypis	Beta		
Konstantė	0,916	0,013		68,057	0,000
SD	-5,52E-05	0,000	-0,354	-7,358	0,527
HR	3,03E-12	0,000	0,028	0,522	0,602
QN	4,99E-06	0,000	0,007	0,226	0,821
SP	8,17E-06	0,000	0,354	6,037	<b>0,000</b>
UE	0,052	0,012	0,174	4,432	<b>0,000</b>

SD - sistemos sudėtingumas; HR - maišos galia; QN - užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius; SP - S&P 500 indeksas; UE - USD / EUR kursas

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis regresinės analizės rezultatais kriptovaliutos Tether kainai įtaką daro S&P 500 indeksas ( $\beta=0,354$ ,  $p<0,01$ ) ir USD / EUR valiutų kursas ( $\beta=0,174$ ,  $p<0,01$ ). Kiti nepriklausomi kintamieji nors ir daro įtaką Tether kainai, tačiau ši įtaka statistiškai nereikšminga. Todėl regresijos lygtis:

$$TP = 0,916 + 8,17 \cdot 10^{-6} \cdot SP + 0,052 \cdot UE$$

Taip pat nustatyta, kad didžiausią įtaką kriptovaliutos tether kainai daro S&P 500 indeksas, kurio atskirai paimto reikšmių pokyčiai 6,5 proc.. paaiškina Tether kainos dispersiją.

Tam, kad nustatyti Tether kainos ir šiai kainai darančių veiksnių priežastinį ryšį, naudojamas Granger priežastingumo testas. Tam, kad patikrinti tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių stacionarumą, atliekamas Dickey-Fuller testas, kurio rezultatai pateikiami 27 lentelėje.

## 27 lentelė

*Dickey-Fuller testo statistika Tether kainos atveju*

Kintamasis	t-statistika	Statistinis reikšmingumas (p)
Tether kaina	-8.889855	<b>0.0000</b>
Sistemos sudėtingumas	-1.967222	0.3016
Google užklausų apie Tether skaičius	-4.277650	<b>0.0005</b>
Maišos galia	-2.135360	0.2309
Transakcijų skaičius per dieną	-1.149814	0.6976
Dienos transakcijų vertė	-0.653020	0.8560
Brent naftos kaina	-1.463507	0.5518
Ekonomikos neapibrėžtumas	-2.637799	0.0858
S&P 500 indeksas	0.563815	0.9887
USD/EUR kursas	-1.950278	0.3092

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Remiantis atlikto Dickey-Fuller testo rezultatais, visų naudojamų kintamųjų, išskyrus Tether kainos ir užklausų apie šią kriptovaliutą Google paieškos sistemoje skaičių, statistinis reikšmingumas yra didesnis už pasirinktą kritinę reikšmę ( $p > 0,05$ ). Tai reiškia, kad minėtų kintamųjų, kurių  $p < 0,05$  reikšmės pasižymi stacionarumu. Visų kitų kintamųjų reikšmėms reikia atlikti pirmos eilės integraciją. Atlikus pirmos eilės integraciją ir pakartotinai atlikus Dickey-Fuller testą nustatyta, kad visų pirma eile integruotų kintamųjų reikšmės pasižymi stacionarumu ( $p < 0,05$ ) ir yra tinkamos naudoti Granger priežastingumo testui atlikti.

Kad atlikti Granger testą, reikalinga pasirinkti vėlavimo eilę. Tam atliekamas vėlavimo eilės pasirinkimo testas, kurio rezultatai pateikiami 4 priede. Kadangi tyrime naudojamų kintamųjų reikšmių skaičius mažesnis nei 900, vėlavimo eilei nustatyti naudojamas Akaike informacinis kriterijus (AIC). Pagal šį kriterijų tinkamiausia vėlavimo eilė yra antra. Pagal šią vėlavimo eilės reikšmę atliekamas Granger testas Tether kainai ir ją įtakojančioms veiksniams. Šio testo rezultatai pateikiami 28 lentelėje.

## 28 lentelė

*Tether kainos ir ją įtakančių veiksnių Granger priežastingumo testo rezultatai*

Vėlavimo eilė: 2		
Nulinė hipotezė	F-statistika	p
Tether sistemos sudėtingumas nėra jo kainos priežastis	0.33139	0.7180
Tether kaina nėra jo sistemos sudėtingumo priežastis	0.62037	0.5379
Užklausų Google skaičius nėra Tether kainos priežastis	0.19258	0.8249
Tether kaina nėra užklausų Google skaičiaus priežastis	0.07130	0.9312
Tether maišos galia nėra jo kainos priežastis	0.16418	0.8486
Tether kaina nėra jo maišos galios priežastis	1.37411	0.2536

Dienos transakcijų skaičius nėra Tether kainos priežastis	0.64935	0.5226
Tether kaina nėra jo dienos transakcijų skaičiaus priežastis	0.48119	0.6182
Dienos prekybos apimtis nėra Tether kainos priežastis	1.09838	0.3338
Tether kaina nėra jo dienos prekybos apimties priežastis	0.19404	0.8237
Brent naftos kaina nėra Tether kainos priežastis	4.80863	<b>0.0084</b>
Tether kaina nėra Brent naftos kainos priežastis	11.3068	<b>0.0001</b>
Ekonomikos neapibrėžtumas nėra Tether kainos priežastis	0.40298	0.6685
Tether kaina nėra ekonomikos neapibrėžtumo priežastis	2.58287	0.0762
S&P 500 indeksas nėra Tether kainos priežastis	2.11565	0.1212
Tether kaina nėra S&P 500 indeksas priežastis	0.71291	0.4905
USD/EUR kursas nėra Tether kainos priežastis	1.50693	0.2222
Tether kaina nėra USD/EUR kursas priežastis	1.22468	0.2944

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atlikto Granger testo rezultatai parodo, kad hipotezę apie tai, kad Brent naftos kaina nėra Tether kainos priežastis ( $F=4,80863$ ;  $p=0,0084$ ). Tokiu atveju teisinga hipotezė, kad Brent naftos kaina yra Tether kainos priežastis ir jos atmesti negalima. Taip pat galima atmesti hipotezę, kad Tether kaina nėra Brent naftos kainos priežastis ( $F=11,3068$ ;  $p=0,0001$ ). Tokiu atveju hipotezės, kad Tether kaina yra Brent naftos kainos priežastis atmesti negalima. Visų kitų analizėje suformuluotų nulinių hipotezių  $p>0,05$ , todėl jų atmesti negalima.

Apibendrinant galima teigti, kad tarp Brent naftos kainos ir Ther kriptovaliutos kainos egzistuoja abipusė įtaka, kuri pasireiškia dviejų periodų vėlavimu.

### 3.6. Diskusija

Atlikta veiksnių, darančių įtaką įvairių kriptovaliutų kainoms leido nustatyti veiksnius, kurie daro įtaką atskiroms analizuotoms kriptovaliutomis. Tokios analizės apibendrinti rezultatai pateikti 29 lentelėje.

#### 29 lentelė

*Veiksniai, darantys įtaką įvairių kriptovaliutų kainoms*

	Kriptovaliutos			
	Bitcoin	Ethereum	Litecoin	Tether
Sistemos sudėtingumas	$\beta=-0,214$ ; $p<0,05$	$\beta=-4,197$ ; $p<0,01$	$\beta=-3,326$ ; $p<0,01$	-
Maišos galia	-	$\beta=9,599$ ; $p<0,01$	-	-

Transakcijų per dieną skaičius	$\beta=-2,82$ ; $p<0,01$	$\beta=28,328$ ; $p<0,01$	$\beta=12,368$ ; $p<0,01$	-
Dienos transakcijų vertė	$\beta=-2,163$ ; $p<0,05$	-	-	-
Užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius	$\beta=26,508$ ; $p<0,01$	$\beta=28,471$ ; $p<0,01$	$\beta=19,211$ ; $p<0,01$	-
Brent naftos kaina	-	-	-	-
S&P 500 indeksas	$\beta=31,525$ ; $p<0,01$	-	$\beta=-2,712$ ; $p<0,01$	$\beta=6,037$ ; $p<0,01$
USD / EUR kursas	-	-	-	$\beta=4,432$ ; $p<0,01$
Ekonominės politikos neapibrėžtumai	$\beta=-3,683$ ; $p<0,01$	-	-	-

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Tyrimui atlikti buvo pasirinktos keturios kriptovaliutos: Bitcoin, Ethereum, Litecoin ir Tether. Atliktos mokslinės literatūros ir įvairių atliktų tyrimų rezultatų analizės pagrindu buvo pasirinkti penki veiksniai, kurie gali daryti įtaką kriptovaliutų kainoms. Tai tokie veiksniai, būdingi kiekvienai kriptovaliutai, kaip kriptovaliutos tinklo sudėtingumas ir maišos galia. Šie veiksniai atspindi pastangas ir išteklius, reikalingus kriptovaliutai išgauti (Kim et al., 2021). Taip pat buvo pasirinkti tokie kriptovaliutų rinkos veiksniai, kaip dienos transakcijų atitinkama kriptovaliuta skaičius, o taip pat dienos transakcijų atitinkama kriptovaliuta apimtys. Šie veiksniai atspindi atitinkamos kriptovaliutos paklausą ir pasiūlą kriptovaliutų rinkoje (Lamothe-Fernández et al., 2020). Taip pat buvo pasirinktas ir veiksnys, kuris atspindi vienos ar kitos populiarumą realių ir potencialių investuotojų tarpe. Tai užklausų, susijusių su viena ar kita valiuta, skaičius Google paieškos sistemoje (Smuts, 2019).

Be šių veiksnių, galinčių daryti įtaką kriptovaliutos kainai, buvo pasirinkti ir kontroliniai kintamieji, kurie yra bendri visoms kriptovaliutoms ir yra išoriniai kriptovaliutų rinkos atžvilgiu, veiksniai. Tai S&P 500 indeksas, kuris atspindi situaciją didžiausioje JAV vertybinių popierių rinkoje (Kwon, 2020). Be to pasirinkta naftos kaina, kurios pokyčių tendencijos, kaip nurodo Ozturk (2020), yra panašios į kai kurių kriptovaliutų kainų pokyčių tendencijas. Kaip vienas iš kontrolinių kintamųjų, pasirinktas ir USD / EUR valiutų kursas. Tai dvi plačiausiai naudojamos pasaulyje valiutos, o kriptovaliutų kaina paprastai yra skelbiama JAV doleriais. Dolerio kaina kokios nors kitos valiutos atžvilgiu taip pat keičiasi. Todėl buvo bandyta nustatyti, kokią įtaką daro tos kriptovaliutos vertės matavimo vieneto pokyčiai kitų pasaulyje naudotų valiutų atžvilgiu (Matkovskyy, Jalan, 2019). Taip pat pasirinktas ir naftos kainos pokyčių veiksnys, kad patikrinti ar kriptovaliutų kainos yra susijusios su energijos šaltinių kainomis, nes viena iš kriptovaliutos gavybos dedamųjų yra elektros energija. Taip eilė autorių savo tyrimuose kaip vieną iš veiksnių,



kuris daro įtaką kriptovaliutų kainai, nurodo politinius įvykius (pavyzdžiui, Bouoiyour, 2019) ar įvykius pasaulinėje ekonomikoje (pavyzdžiui, Theerthaana, Manzoor, 2018). Tačiau viena vertus, tokių įvykių pasirinkimas yra ganėtinai subjektyvus ir kai kurie veiksniai, galintys padaryti reikšmingą įtaką kriptovaliutų kainai, gali būti praleisti ar pasirinkti netinkami įvykiai. Todėl nutarta pasirinkti labiau objektyvų veiksnių – politinės ekonomikos neapibrėžtumo indeksą, kuris sudaromas remiantis pasaulio šalių žiniasklaidos priemonėse minimais ekonomikos įvykiais, kurie sukelia tam tikrą neapibrėžtumą.

Visų pirma buvo atlikta pasirinktų veiksnių ir kontrolinių kintamųjų įtakos Bitkoino kainai analizė. Buvo nustatyta, kad Bitkoino kriptovaliutos kainai daro statistiškai reikšmingą įtaką sistemos sudėtingumas. Tai patvirtino ir Theerthaana ir Manzoor (2020) atlikto tyrimo rezultatus, kurie taip pat parodė, kad Bitkoino tinklo sudėtingumas daro teigiamą ir reikšmingą įtaką jo kainai. Taip pat šiame baigiamajame magistro darbe buvo nustatyta, kad tinklo sudėtingumas daro teigiamą įtaką kriptovaliutos Ethereum kainai, kas patvirtina Kim et al. (2021) atlikto tyrimo rezultatus.

Taip pat šiame baigiamajame darbe nustatyta, kad Bitkoino kainai reikšmingą įtaką daro transakcijų per dieną skaičius, kas patvirtina Lamothe-Fernández et al. (2020) tyrimo rezultatus.

Be to, buvo nustatyta, kad Bitkoino kainai įtaką daro ir dienos transakcijų šia kriptovaliuta apimtys, užklausų apie Bitkoiną skaičius Google paieškos sistemoje, S&P 500 indeksas ir ekonomikos politikos neapibrėžtumas. Reikia pažymėti, kad šis veiksnys daro įtaką tik vienai iš darbe nagrinėtų kriptovaliutų – Bitkoinui. Todėl galima padaryti išvadą, kad bitkoino kaina yra labai jautri įvairiems veiksniams, tiek vidiniams kriptovaliutos, tiek šios kriptovaliutos rinkos, kriptovaliutos populiarumo, vertybinių popierių rinkos ir ekonomikos bei politikos neapibrėžtumo veiksniams. Tai patvirtina ne tik šiame baigiamajame darbe atlikto tyrimo rezultatai, tačiau ir kitų autorių atliktų tyrimų rezultatai.

Kita kriptovaliuta, kurios kainai buvo analizuojama pasirinktų veiksnių įtaka, buvo Ethereum. Buvo nustatyta, kad be sistemos sudėtingumo, daro įtaką tokie veiksniai, kaip jos maišos galia, transakcijų per dieną skaičius ir užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius. Nepaisant to, kad Ethereum valiuta yra antra pagal populiarumą po Bitkoino, tyrimų Ethereum kainos atžvilgiu yra atlikta nedaug. Daugiausiai tyrimų yra atlikta Bitkoino atžvilgiu. Šiame baigiamajame magistro darbe nustatyta teigiama užklausų Google paieškos sistemoje įtaka Ethereum kainai patvirtino Stolarskiet al. (2020) atlikto tyrimo rezultatus, pagal kuriuos Google užklausų skaičius daro įtaką ir Ethereum kainai, tačiau su tam tikru vėlinimu.

Taip pat buvo analizuota pasirinktų veiksnių įtaka kriptovaliutos Litecoin kainai. Buvo nustatyta, kad be sistemos sudėtingumo, Litecoin kainai daro teigiamą ir reikšmingą įtaką transakcijų per dieną skaičius. Tai reiškia, kad didėjant transakcijų skaičiui, didėja ir jo kaina. Tai

galėtų reikšti ir ribotą šios kriptovaliutos pasiūlą, nes didėjant transakcijų skaičiui, kas rodo jos paklausos didėjimą, didėja ir jos kaina. Didėjant paklausai, o pasiūlai nesikeičiant, didėja kaina. Paklausos reikšmingumą rodo ir reikšminga užklausų Google paieškos sistemoje apie Litecoin kriptovaliutą skaičiaus įtaka šios kriptovaliutos kainai. Tai patvirtina ir Bhosale ir Mavale (2018) atlikto tyrimo rezultatai, kurie leido padaryti išvadą, kad tokių kriptovaliutų, kaip Bitkoinas, Ethereum ir Litecoin kaina yra statistiškai reikšmingai susijusi su esamų ir potencialių investuotojų į šias kriptovaliutas domėjimusi jomis, stimuliuojančiu šių kriptovaliutų paklausą.

Dar viena kriptovaliuta, kuri buvo analizuojama šiame baigiamajame magistro darbe – Tether. Tai specifinė kriptovaliuta, kuri buvo sukurta tam, kad palaikyti kainos stabilumą. Todėl jos svyravimai visą laikotarpį buvo nedideli. Buvo nustatyta, kad šios kriptovaliutos kainai daro įtaką situacija vertybinių popierių biržoje ir USD/EUR kursas. Reikia pažymėti, kad tokia kriptovaliuta yra dalinai padengta ir jos naudojimas susijęs su daliniu rezervavimu, kaip ir realioje bankininkystėje. Todėl jos elgesys (kaina) panaši kaip ir realios valiutos, o tai reiškia, kad jos svyravimai susiję su pagrindinės valiutos – JAV dolerio – elgsena (Berentsen, Schär, 2018).

Apibendrinant galima teigti, kad visų populiariausių analizuotų kriptovaliutų (Bitkoinas, Ethereum, Litecoin) kainoms daro įtaką tokie veiksniai, kaip atitinkamos kriptovaliutos sistemos sudėtingumas, transakcijų per dieną skaičius ir užklausų Google apie atitinkamą kriptovaliutą skaičius.

Tyrimo buvo naudojama Tether kriptovaliuta, kuri yra kitokio pobūdžio ir buvo sukurta tam, kad užtikrinti investuotojus, kad šios kriptovaliutos vieneto kaina būtų lygi vienam JAV doleriui. Tik 2019 metais kriptovaliuta buvo atsieta nuo realios valiutos. Atliekant pasirinktų veiksmų įtaką šios kriptovaliutos kainai, buvo nustatytas žemas determinacijos koeficientas. Todėl šios kriptovaliutos tyrimo rezultatais pasitikėti negalima.

Tyrimo taip pat buvo atliktas Granger priežastingumo testas visų analizuojamų kriptovaliutų kainoms ir šioms kainoms įtaką darantiems veiksniams. Apibendrinantys Granger testo rezultatai pateikti 30 lentelėje.

### 30 lentelė

*Apibendrinantys Granger testo rezultatai*

Kriptovaliutos kaina	Ryšys	Veiksny	Rezultatas
Bitkoino kaina	→	Sistemos sudėtingumas	F=27,1438; p=0,0001
	→	Užklausų Google sistemoje skaičius	F=3,18884; p=0,0141
	→	Maišos galia	F=24,2288; p=0,0003
	→	Dienos prekybos apimtis	F=22,9018; p=0,0017
Ethereum kaina	↔	Sistemos sudėtingumas	F=8,63154; p=0,0002 F=19,0756; p=0,0027
	←	Užklausų Google sistemoje skaičius	F=44,8147; p=0,0008

	↔	Maišos galia	F=5,81150; p=0,0030 F=31,5455; p=0,0014
	→	Dienos transakcijų skaičius	F=3,36317; p=0,0266
Litecoin kaina	→	Maišos galia	F=5,01779; p=0,0067
	→	Dienos transakcijų skaičius	F=7,27026; p=0,0007
Tether kaina	↔	Brent naftos kaina	F=4,80863; p=0,0084 F=11,3068; p=0,0001

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Atliktas Granger testas parodė, kad daugeliu atvejų, ypatingai tai liečia Bitkoino ir Litecižoin kriptovaliutas, ne pasirinkti veiksniai daro įtaką atitinkamos kriptovaliutos kainoms, o kriptovaliutų kaina daro įtaką pasirinktiems veiksniams. Taip pat galima pastebėti, kad visoms kriptovaliutoms, išskyrus Tether, įtaka pasireiškia vidiniams veiksniams. Taip Bitkoino kaina daro įtaką tokiems vidiniams kriptovaliutos veiksniams, kaip sistemos sudėtingumas, užklausų Google sistemoje skaičius, maišos galia ir dienos prekybos apimtis. Litecoin kriptovaliutos kaina daro įtaką šios kriptovaliutos maišos galiai ir dienos transakcijų skaičiui. Tuo tarpu Ethereum atveju nustatyta, kad šios kriptovalitos kainai daro įtaką tokie veiksniai, kaip sistemos sudėtingumas, maišos galia ir užklausų apie kriptovaliutą Google sistemoje skaičius. Be to reikia pažymėti, kad tarp Ethereum kainos ir tokių jos vidinių veiksnių kaip sistemos sudėtingumas ir maišos galia egzistuoja abipusė įtaka.

Tether kriptovaliutos atveju nustatyta, kad tarp šios kriptovaliutos kainos ir Brent naftos kainos egzistuoja abipusė įtaka. Tai vienintelė iš analizuojamų valiutų, kurios kaina ar kurios kainai įtakos nedaro šios kriptovaliutos vidiniai veiksniai. Naftos kaina yra išorinis veiksnys. Tokią situaciją gali lemti šios kriptovaliutos specifika, kad jos kainą stengiamasi išlaikyti stabilią, su nedideliais svyravimais apie 1 JAV dolerį. Taip pat reikia pažymėti, kad šios kriptovaliutos sąsajas su išoriniais veiksniais parodė šios kriptovaliutos kainos ir ją įtakojančių veiksnių regresinės analizės rezultatai.

Apibendrinant galima padaryti išvadą, kad analizuojamų valiutų atveju, ne šių valiutų kainoms darė įtaką pasirinkti ir tyrime naudojami išoriniai ir vidiniai kriptovaliutų veiksniai, tačiau kriptovaliutų kainos daro įtaką šių kriptovaliutų veiksniams, ypatingai sistemos sudėtingumui (tinklo sudėtingumui), maišos galiai ir dienos transakcijų skaičiui.

## IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

### Išvados:

1. Kriptovaliutos nefunkcionuoja kaip tradicinės valiutos, tačiau tuo pačiu gali būti priimamos kaip mainų priemonė. Kriptovaliuta turi didelį potencialą pakeisti elektroninių atsiskaitymų sistemas, o taip pat būti patrauklia kaip investicinis turtas. Tačiau jos nevienareikšmiškumas sukuria visą eilę rizikų kriptovaliutų vartotojams ar net tokiems institutams kaip bankai ar vyriausybė. Vienas iš jų - kriptovaliutų vertės svyravimai, kurie nebūdingi tradicinėms valiutoms ir juos gali sukelti kiti veiksniai, kurie daro įtaką kriptovaliutų kainoms. Remiantis įvairių autorių darbais, kriptovaliutų kainų svyravimams gali daryti įtakos vidiniai kriptovaliutos (sistemos sudėtingumas, saugumas, gavybos efektyvumas ir t. t.), o taip pat kriptovaliutos rinkos veiksniai (pasiūla ir paklausa). Be to, kriptovaliutų kainai gali daryti įtakos jos populiarumas vartotojų tarpe, situacija kitose rinkose (žaliavų, vertybinių popierių, valiutų), o taip pat įvairūs politiniai ir ekonominiai įvykiai.
2. Remiantis tyrimo atlikimo pradžioje buvusiomis kriptovaliutų prekybos apimtimis bei jų populiarumu Google paieškos sistemoje, tyrimui atlikti pasirinktos keturios kriptovaliutos: Bitkoinas, Ethereum, Litecoin ir Tether. Taip pat pasirinkti veiksniai, kurių įtaka pasirinktoms valiutoms bus tiriama: kriptovaliutos sistemos sudėtingumas, maišos galia, transakcijų per dieną skaičius, dienos transakcijų vertė, užklausų Google apie kriptovaliutą skaičius, o taip pat kontroliniai veiksniai, bendri visoms kriptovaliutomis: Brent naftos kaina, S&P 500 indeksas, USD / EUR kursas ir ekonominės politikos neapibrėžtumas.
3. Atliktos koreliacinės ir regresinės analizės rezultatai parodė, kad:
  - Bitkoino kainai daro įtaką tokie veiksniai, kaip sistemos sudėtingumas, transakcijų per dieną skaičius, dienos transakcijų vertė, užklausų Google paieškos sistemoje apie kriptovaliutą skaičius, S&P 500 indeksas ir ekonomikos politikos neapibrėžtumas. Nustatyta, kad sistemos sudėtingumas, dienos transakcijų vertė ir ekonomikos politikos neapibrėžtumas daro neigiamą įtaką Bitkoino kainai;
  - Ethereum kriptovaliutos kainai daro įtaką tokie veiksniai, kaip sistemos sudėtingumas, maišos galia, transakcijų per dieną skaičius ir užklausų Google paieškos sistemoje apie kriptovaliutą skaičius;
  - Litecoin kriptovaliutos kainai daro įtaką sistemos sudėtingumas, transakcijų per dieną skaičius, užklausų Google paieškos sistemoje apie kriptovaliutą skaičius ir

S&P 500 indeksas. Taip pat nustatyta, kad S&P 500 indekso įtaka Litecoin kainai yra neigiama;

- Tether kriptovaliutos kainai įtaką daro tokie veiksniai, kaip S&P 500 indeksas ir USD / EUR valiutų kursas;
- taip pat nustatyta, kad Bitkoino, Ethereum, Litecoin kainoms daro įtaką tokie veiksniai, kaip atitinkamos kriptovaliutos sistemos sudėtingumas, transakcijų per dieną skaičius ir užklausų Google apie atitinkamą kriptovaliutą skaičius;
- atliktas Granger testas parodė, kad daugeliu atvejų, ypač tai liečia Bitkoino ir Litecoin kriptovaliutas, ne pasirinkti veiksniai daro įtaką atitinkamos kriptovaliutos kainoms, o kriptovaliutų kaina daro įtaką pasirinktiems veiksniams. Tyrime naudojamų Bitkoino, Litecoin kriptovaliutų kainos daro įtaką tokiems veiksniams, kaip sistemos sudėtingumas, maišos galia ir transakcijų skaičius;
- Ethereum atveju nustatyta, kad tarp šios kriptovaliutos kainos ir tokių jos vidinių veiksnių kaip sistemos sudėtingumas ir maišos galia egzistuoja dviejų krypčių įtaka.

#### **Pasiūlymai:**

1. Tolimesniems tyrimams tikslinga būtų naudoti didesnę kriptovaliutų skaičių ir tyrimui atlikti naudoti panelinius duomenis. Dėl didelio kriptovaliutų skaičiaus labai sudėtinga atlikti atskirų kriptovaliutų kainų ir jas įtakojančių veiksnių analizę. Paneliniai duomenys tai palengvintų. Tai leistų nustatyti, ar egzistuoja bendra kriptovaliutų kainų pokyčių tendencija, o taip pat tiksliau nustatyti atskirų veiksnių įtaką kriptovaliutų kainoms. Pagal atlikto tyrimo rezultatus ir tokių veiksnių pokyčių tendencijas galima būtų nustatyti ateities kriptovaliutų kainų kreivės judėjimo kryptį.
2. Tolimesniuose tyrimuose rekomenduotina naudoti metodus, kurie padėtų nustatyti įvairių kriptovaliutų kainas įtakojančių veiksnių vėlinimo efektą. Tai yra svarbu, nes daugelis veiksnių, ypač išorinių, momentinės įtakos kriptovaliutų kainai gali neturėti, o įtaka gali pasireikšti tik po tam tikro laiko.

## LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Ahas, H. (2019). Pass-Through Effect Between Bitcoin, USD/EUR and Gold: A Dynamic Correlation and Regression Modeling Application. *Economic Issues: Global and Local Perspectives*, 17(2), 120-129.
- Aysan, A. F., Demirtaş, H., Saraç, M. (2021). The Ascent of Bitcoin: Bibliometric Analysis of Bitcoin Research. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(9), 427.
- Antonopoulos, A. (2017). *Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.
- Aoyagi, J., Hattori, T. (2019). The empirical analysis of bitcoin market in the general equilibrium framework. *Digital Finance*, 1(1), 191-218.
- Baek, C., Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*, 22(1), 30-34.
- Beck, R. (2018). Beyond bitcoin: The rise of blockchain world. *Computer*, 51(2), 54-58.
- Berentsen, A., Schär, F. (2019). Stablecoins: The quest for a low-volatility cryptocurrency. *The economics of Fintech and digital currencies*, 3(2), 65-75.
- Bhosale, J., Mavale, S. (2018). Volatility of select crypto-currencies: A comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin. *Annu. Res. J. SCMS, Pune*, 6, 132-141
- Bianchi, D. (2020). Cryptocurrencies as an asset class? An empirical assessment. *The Journal of Alternative Investments*, 23(2), 162-179.
- Bjerg, O. (2016). How is bitcoin money?. *Theory, Culture & Society*, 33(1), 53-72.
- Bouoiyour, J., Selmi, R., Wohar, M. (2019). Safe havens in the face of Presidential election uncertainty: A comparison between Bitcoin, oil and precious metals. *Applied Economics*, 51(57), 6076-6088.
- Cheah, E., Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics letters*, 130, 32-36.
- Chepurnoy, A., Kharin, V., Meshkov, D. (2018). A systematic approach to cryptocurrency fees. In *International Conference on Financial Cryptography and Data Security* (pp. 19-30). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Choi, S., Shin, J. (2021). Bitcoin: An Inflation Hedge but Not a Safe Haven. *Finance Research Letters*, 25(2), 306-323.
- Chouhan, K., Rathore, P., Dixit, P. (2020). Blockchain and Bitcoin Security: Threats in Bitcoin. *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 39(2), 118-132.

- Chuen, D., Guo, L., Wang, Y. (2017). Cryptocurrency: A new investment opportunity?. *The Journal of Alternative Investments*, 20(3), 16-40.
- Ciaian, P., Kancs, D., Rajcaniova, M. (2021). The economic dependency of bitcoin security. *Applied Economics*, 1-18.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., Kancs, D. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799-1815.
- Dončić, S. (2020). Testing the causality between Bitcoin price and the gold price in the global market prime by Granger's test. *Ekonomika*, 66(3), 73-80.
- Erdas, M., Caglar, A. (2018). Analysis of the relationships between Bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies*, 9(2), 27-45.
- Ertuğrul, H. M. (2019). Pass-Through Effect Between Bitcoin, USD/EUR and Gold: A Dynamic Correlation and Regression Modeling Application. *Economic Issues: Global and Local Perspectives*, 120.
- Fang, L., Bouri, E., Gupta, R., Roubaud, D. (2019). Does global economic uncertainty matter for the volatility and hedging effectiveness of Bitcoin?. *International Review of Financial Analysis*, 61, 29-36.
- Farell, R. (2015). *An analysis of the cryptocurrency industry*. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania
- Feng, W., Wang, Y., Zhang, Z. (2018). Can cryptocurrencies be a safe haven: a tail risk perspective analysis. *Applied Economics*, 50(44), 4745-4762.
- Ghabri, Y., Guesmi, K., Zantour, A. (2021). Bitcoin and liquidity risk diversification. *Finance Research Letters*, 40, 101-115.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Gozbasi, O., Altinoz, B., Sahin, E. (2021). Is Bitcoin a Safe Haven? A Study on the Factors that Affect Bitcoin Prices. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 11(4), 35-40.
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., Ftiti, Z. (2019). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*, 63, 431-437.
- Gujarati, D. N. (2021). *Essentials of econometrics*. London: SAGE Publications.
- Gunay, S., Kaskaloglu, K., Muhammed, S. (2021). Bitcoin and Fiat Currency Interactions: Surprising Results from Asian Giants. *Mathematics*, 9(12), 1395-1409.
- Hayes, A.. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308-1321.

- Hu, A., Parlour, C., Rajan, U. (2019). Cryptocurrencies: Stylized facts on a new investible instrument. *Financial Management*, 48(4), 1049-1068.
- Hu, J., Luo, Q., Zhang, J. (2020). The Fluctuations of Bitcoin Price during the Hacks. *International Journal of Applied Research in Management and Economics*, 3(1), 10-20.
- Yelowitz, A., Wilson, M. (2015). Characteristics of Bitcoin users: an analysis of Google search data. *Applied Economics Letters*, 22(13), 1030-1036.
- Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In *Handbook of digital currency* (pp. 31-43). Cambridge: Academic Press.
- Judmayer, A., Stifter, N., Krombholz, K., Weippl, E. (2017). Blocks and chains: introduction to bitcoin, cryptocurrencies, and their consensus mechanisms. *Synthesis Lectures on Information Security, Privacy, & Trust*, 9(1), 1-123.
- Kaminski, J. (2014). Nowcasting the bitcoin market with twitter signals. *Digital Finance*, 1(1), 5-21.
- Kapar, B., Olmo, J. (2021). Analysis of Bitcoin prices using market and sentiment variables. *The World Economy*, 44(1), 45-63.
- Khan, K., Sun, J., Derindere Koseoglu, S., Rehman, A. (2021). Revisiting Bitcoin Price Behavior Under Global Economic Uncertainty. *SAGE Open*, 11(3), 1-13.
- Kim, H., Bock, G., Lee, G. (2021). Predicting Ethereum prices with machine learning based on Blockchain information. *Expert Systems with Applications*, 184, 115480.
- Kim, Y., Kim, J., Im, J. (2016). Predicting fluctuations in cryptocurrency transactions based on user comments and replies. *PloS one*, 11(8), 1-17.
- Kjærland, F., Meland, M., Oust, A., Øyen, V. (2018). How can bitcoin price fluctuations be explained?. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 8 (3), 323-332
- Kliber, A., Marszałek, P., Musiałkowska, I., Świerczyńska, K. (2019). Bitcoin: Safe haven, hedge or diversifier? Perception of bitcoin in the context of a country's economic situation—A stochastic volatility approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 524, 246-257.
- Kline, R. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. NY: Guilford publications.
- Kristoufek, L. (2015). What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PloS one*, 10(4), 1-15.
- Kristoufek, L. (2018). BitCoin meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the Internet era. *Scientific reports*, 3(1), 1-7.
- Kwon, J. (2020). Tail behavior of Bitcoin, the dollar, gold and the stock market index. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 67, 101-112.



- Lamothe-Fernández, P., Alaminos, D., Lamothe-López, P., Fernández-Gámez, M. (2020). Deep learning methods for modeling bitcoin price. *Mathematics*, 8(8), 1-13.
- Lee Kuo Chuen, D. (2015). *Handbook of digital currency*. London: Elsevier.
- Liew, V. (2004). Which lag length selection criteria should we employ?. *Economics bulletin*, 3(33), 1-9.
- Luther, W. (2016). Bitcoin and the future of digital payments. *The Independent Review*, 20(3), 397-404.
- Matkovskyy, R., Jalan, A. (2019). From financial markets to Bitcoin markets: A fresh look at the contagion effect. *Finance Research Letters*, 31, 93-97.
- McBee, M., Wilcox, C. (2020). Blockchain technology: principles and applications in medical imaging. *Journal of digital imaging*, 33(3), 726-734.
- Moore, W., Stephen, J. (2016). Should cryptocurrencies be included in the portfolio of international reserves held by central banks?. *Cogent Economics & Finance*, 4(1), 114-121.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction*. Princeton University Press.
- Nian, L., Chuen, D. (2015). Introduction to bitcoin. In *Handbook of digital currency* (pp. 5-30). London: Academic Press.
- Okorie, D., Lin, B. (2020). Crude oil price and cryptocurrencies: evidence of volatility connectedness and hedging strategy. *Energy economics*, 87, 104-117.
- Ozturk, S. (2020). Dynamic Connectedness between Bitcoin, Gold, and Crude Oil Volatilities and Returns. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(11), 275-288.
- Poyser, O. (2019). Exploring the dynamics of Bitcoin's price: a Bayesian structural time series approach. *Eurasian Economic Review*, 9(1), 29-60.
- Rahmatian, A. (2019). Electronic money and cryptocurrencies (Bitcoin): Suggestions for definitions. *Journal of International Banking Law and Regulation* (2019), 34(3), 115-121.
- Raskin, M., Yermack, D. (2018). Digital currencies, decentralized ledgers and the future of central banking. In *Research handbook on central banking*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Saputra, D., Sutikno, S., Supangkat, S. (2018). Peer-to-peer electronic cash using identity based signcryption. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*, 10(2), 384-394.
- Sigler, K. (2018). Crypto-jacking: how cyber-criminals are exploiting the crypto-currency boom. *Computer Fraud & Security*, 2018(9), 12-14.

- Smuts, N. (2019). What drives cryptocurrency prices? An investigation of google trends and telegram sentiment. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, 46(3), 131-134.
- Sovbetov, Y. (2018). Factors influencing cryptocurrency prices: Evidence from bitcoin, ethereum, dash, litcoin, and monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2), 1-27.
- Stolarski, P., Lewoniewski, W., Abramowicz, W. (2020). Cryptocurrencies Perception Using Wikipedia and Google Trends. *Information*, 11(4), 234.
- Süssmuth, B. (2019). Bitcoin and web search query dynamics: is the price driving the hype or is the hype driving the price?.
- Theerthaana, P., Manzoor, A. (2018). Is bitcoin gaining cash during cashless times in India? An event study approach. *The Journal of Indian Management*, 8(4), 1-6.
- Vasantkumar, C. (2019). Towards a commodity theory of token money: on 'Gold standard thinking in a fiat currency world'. *Journal of Cultural Economy*, 12(4), 317-335.
- Zaghloul, E., Li, T., Mutka, M., Ren, J. (2020). Bitcoin and blockchain: Security and privacy. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(10), 10288-10313.
- Zraggen, R. (2019). Smart insurance contracts based on virtual currency: Legal sources and chosen issues. *Information Polity*, 24(4), 453-467.
- Zhong, L., Wu, Q., Xie, J. (2019). A secure large-scale instant payment system based on blockchain. *Computers & Security*, 84, 349-364.

# **VEIKSNIAI, DARANTYS ĮTAKĄ KRIPTOVALIUTŲ KAINOMS**

**Justė URBANAVIČIŪTĖ**

**Magistro tezės**

Finansų ir bankininkystės studijų programa

Vilniaus Universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Vadovas – Nerijus Činčikas

Vilnius, 2022

## **SANTRAUKA**

77 psl., 30 lentelių, 12 paveikslų, 72 literatūros šaltiniai

Šio baigiamojo magistro darbo tikslas - identifikuoti veiksnius, darančius įtaką kriptovaliutų kainų svyravimams, ir įvertinti šios įtakos pobūdį.

Darbą sudaro keturios pagrindinės dalys: mokslinės literatūros analizė, tyrimo metodologija ir empirinio tyrimo rezultatai, o taip pat išvados bei rekomendacijos.

Literatūros analizė atskleidė, kad kriptovaliutų vertės svyravimus, kurie nebūdingi tradicinėms valiutoms, gali sukelti kiti veiksniai, kurie daro įtaką kriptovaliutų kainoms. Remiantis įvairių autorių darbais, kriptovaliutų kainų svyravimams gali daryti įtakos vidiniai, o taip pat kriptovaliutos rinkos veiksniai. Be to, kriptovaliutų kainai gali daryti įtakos jos populiarumas vartotojų tarpe, situacija kitose rinkose, o taip pat įvairūs politiniai ir ekonominiai įvykiai.

Rengiant tyrimo metodologiją pasirinktos keturios kriptovaliutos: Bitkoinas, Ethereum, Litecoin ir Tether. Taip pat identifikuoti veiksniai, kurių įtaka buvo tiriama pasirinktoms valiutoms.

Tyrimui atlikti buvo naudojami koreliacinės ir regresinės analizės metodai, o taip pat Granger priežastingumo testas. Atliktas Granger testas parodė, kad daugeliu atvejų, ypatingai tai liečia Bitkoino ir Litecoin kriptovaliutas, ne pasirinkti veiksniai daro įtaką atitinkamos kriptovaliutos kainoms, o kriptovaliutų kaina daro įtaką pasirinktiems veiksniams. Tyrime naudojamų Bitkoino, Litecoin kriptovaliutų kainos daro įtaką tokiems veiksniams, kaip sistemos sudėtingumas, maišos galia ir transakcijų skaičius. Ethereum atveju nustatyta, kad tarp šios kriptovaliutos kainos ir tokių jos vidinių veiksnių kaip sistemos sudėtingumas ir maišos galia egzistuoja dviejų krypčių įtaka.

# FACTORS AFFECTING CRYPTOCURRENCY PRICES

**Justė URBANAVIČIŪTĖ**

**Master thesis**

***Finance and Banking study programme***

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – Nerijus Činčikas

Vilnius, 2022

## SUMMARY

77 pages, 30 charts, 12 pictures, 72 references.

The aim of this master's thesis is to identify the factors influencing cryptocurrency price fluctuations and to assess the nature of this influence.

The work consists of four main parts: analysis of scientific literature, research methodology and results of empirical research, as well as conclusions and recommendations.

An analysis of the literature has revealed that fluctuations in the value of cryptocurrencies that are not typical of traditional currencies can be caused by other factors that affect cryptocurrency prices. According to the works of various authors, fluctuations in cryptocurrency prices can be influenced by internal as well as cryptocurrency market factors. In addition, the price of cryptoassets may be affected by its popularity among consumers, the situation in other markets, as well as various political and economic events.

Four cryptocurrencies were selected for the study methodology: Bitcoin, Ethereum, Litecoin, and Tether. Factors whose impact on selected currencies were also identified.

Correlation and regression analysis methods as well as the Granger causality test were used for the study. The Granger test showed that in many cases, especially in the cryptocurrency of Bitcoin and Litecoin, it is not the selected factors that affect the prices of the respective cryptocurrency, but the price of the cryptocurrencies influences the selected factors. The prices of the Bitcoin and Litecoin cryptocurrencies used in the study are influenced by factors such as system complexity, hash rate, and number of transactions. In the case of Ethereum, it was found that there is a two-way influence between the price of this cryptocurrency and its internal factors such as system complexity and hash rate.

## **PRIEDAI**

**1 priedas. Bitkoino kainos ir jų įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo  
testo rezultatai**

Included observations: 1864

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-116876.2	NA	1.39e+42	125.4143	125.4440	125.4253
1	-85342.92	62694.31	3.12e+27	91.68768	92.01405	91.80795
2	-84422.90	1819.316	1.30e+27	90.80783	91.43090*	90.70524*
3	-84170.19	497.0080	1.10e+27	90.64398	91.56375	90.78270
4	-84002.93	327.1617	1.02e+27	90.57181	91.78828	90.77403
5	-83571.72	838.8206	7.17e+26	90.21644	91.72961	90.79678
6	-83391.04	349.5471	6.58e+26	90.12987	91.93973	91.02007
7	-83103.82	552.5467	5.38e+26	89.92899	92.03556	91.03742
8	-82974.12	248.1348*	5.22e+26*	89.89712*	92.30039	91.98291

## 2 priedas. Ethereum kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai

Included observations: 1898

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-141790.8	NA	3.70e+52	149.4213	149.4505	149.4321
1	-104517.2	74115.25	3.60e+35	110.2499	110.5715*	110.3683
2	-104294.3	440.8680	3.16e+35	110.1204	110.7343	110.3464*
3	-104104.5	373.2624	2.88e+35	110.0259	110.9321	110.3595
4	-103994.3	215.8115	2.85e+35	110.0150	111.2136	110.4563
5	-103899.3	184.8231	2.86e+35	110.0203	111.5113	110.5692
6	-103754.8	279.7242	2.73e+35	109.9734	111.7567	110.6299
7	-103644.9	211.5683	2.70e+35*	109.9630*	112.0386	110.7271
8	-103579.8	124.5645*	2.80e+35	109.9998	112.3678	110.8716

**3 priedas. Litecoin kainos ir jų įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo  
testo rezultatai**

Included observations: 1677

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-125536.3	NA	5.02e+52	149.7273	149.7596	149.7393
1	-93977.28	62704.10	2.55e+36	112.2090	112.5649*	112.3409
2	-93668.08	610.6613	1.99e+36	111.9595	112.6389	112.2112*
3	-93535.24	260.7594	1.91e+36	111.9204	112.9232	112.2919
4	-93408.59	247.1065	1.85e+36*	111.8886*	113.2149	112.3799
5	-93330.98	150.5135	1.90e+36	111.9153	113.5650	112.5265
6	-93262.18	132.5834	1.98e+36	111.9525	113.9257	112.6835
7	-93151.59	211.8171*	1.95e+36	111.9399	114.2366	112.7907
8	-93093.26	111.0261	2.05e+36	111.9896	114.6098	112.9602



#### 4 priedas. Tether kainos ir ją įtakojančių veiksnių modelio vėlavimo eilės pasirinkimo testo rezultatai

Included observations: 823

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-57737.57	NA	4.18e+48	140.3343	140.3916	140.3563
1	-48313.79	18595.65	6.05e+38	117.6763	118.3062*	117.9179*
2	-48189.40	242.4390	5.70e+38	117.4626*	118.8196	118.0784
3	-48054.31	259.9936	5.23e+38	117.4573	119.3070	118.2128
4	-47932.44	231.5960	4.97e+38	117.4685	119.8265	118.3793
5	-47825.85	199.9771	4.89e+38	117.4786	120.3831	118.5830
6	-47728.27	180.6801	4.92e+38	117.4831	120.9617	118.8086
7	-47634.31	171.7201	5.00e+38	117.5317	121.5490	119.0430
8	-47523.66	199.5098*	4.89e+38*	117.6170	122.0958	119.2368