

## INVESTAVIMO KRIPTOVALIUTŲ RINKOJE GALIMYBIŲ TYRIMAS

Sandra KRITSKYTĖ\*, Nijolė MAKNICIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,  
Finansų inžinerijos katedra, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva*

*\*El. paštas [sandra.kritskyte@stud.vilniustech.lt](mailto:sandra.kritskyte@stud.vilniustech.lt)*

Gauta 2022 m. sausio 17 d.; priimta 2022 m. gegužės 9 d.

**Santrauka.** Kripto valiuta – tai skaitmeninė, anoniminė, decentralizuota valiuta, kuri gali būti naudojama tik virtualioje erdvėje ir nėra prižiūrima jokių finansinių institucijų. Jos gali būti naudojamos atsiskaitymo, taupymo ir investavimo tikslais. Šios valiutos išgaunamos kasimo (angl. Mining) būdu, t. y. kompiuterinės programos atlieka specialius matematinius skaičiavimus (algoritmus) ir taip yra sukuriami nauji kriptovaliutos vienetai. Kiekvienais metais augant kriptovaliutų rinkos susidomėjimui, nepaisant literatūroje plačiai aptariamoms didelėms rizikoms, atsiranda poreikis rasti informaciją apie šį investavimo būdą. Straipsnyje atliekant mokslinės literatūros analizę ir pritaikant daugiakriterinį vertinimo metodą TOPSIS, siekiama išnagrinėti kriptovaliutų rinkoje esančias galimybes investuoti, bei nustatyti kuris būdas yra patrauklesnis investuotojui. Tyrimo rezultatai padeda suprasti investavimo kriptovaliutų rinkoje galimybes.

**Reikšminiai žodžiai:** investavimas, kriptovaliuta, kriptovaliutų rinka, kriptovaliutų kasimas.

### Įvadas

Kripto valiuta tai decentralizuotas finansinis instrumentas, kuris naudojamas tik virtualioje erdvėje, paremtas blokų grandinės (angl. Blockchain) technologija bei nėra prižiūrimas jokių finansinių institucijų. Šios valiutos yra išgaunamos kasimo (angl. Mining) būdu, t. y. kompiuterinės programos atlieka specialius matematinius skaičiavimus ir taip yra sukuriami nauji kriptovaliutos vienetai. Manoma, kad kriptovaliutos buvo sukurtos siekiant apsaugoti asmens privatumą ir atlikti atsiskaitymus anonimiškai, nenaudojant įprastų atsiskaitymo priemonių, tokių kaip banko sąskaita ar kredito kortelės. Šiuo metu kriptovaliutos gali būti naudojamos ne tik kaip atsiskaitymo priemonė, bet ir taupymo ar kaip investavimo priemonė. Kadangi kriptovaliutos yra virtualios, jų vertę nusako pasiūlos – paklausos principas. Visos kriptovaliutos veikia skirtingai ir skiriasi viena nuo kitos daugiausia dėl jų vertės, operacijų greičio, naudojimo ir nepastovumo. Nors ir investavimas į kriptovaliutų rinką priskiriamas prie didelės rizikos, susidomėjimas investuoti į šią rinką kiekvienais metais tik didėja. Šiame straipsnyje aptariama būtent kaip kriptovaliutos gali būti naudojamos investavimo tikslams ir kokios yra galimybės investuoti kriptovaliutų rinkoje.

*Tyrimo problema* – kuris kriptovaliutų investavimo būdas yra patrauklesnis investuotojui?

*Tyrimo objektas* – investavimas kriptovaliutų rinkoje.

*Tyrimo tikslas* – išnagrinėti kriptovaliutų rinkoje esančias galimybes investuoti, bei nustatyti kas yra patraukliausia kriptovaliutų rinkoje investuotojui.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Išanalizuoti kriptovaliutų, kaip investicinės priemonės, teorinius aspektus.
2. Išnagrinėti investavimo galimybes kriptovaliutų rinkoje pritaikant daugiakriterinius vertinimo metodus.
3. Įvertinti ir palyginti, kuri investavimo galimybė kriptovaliutų rinkoje yra patrauklesnė investuotojui.

*Tyrimo metodai.* Mokslinės literatūros analizė, daugiakriterinis vertinimo metodas – TOPSIS.

## 1. Teoriniai kriptovaliutų aspektai

Tik pasirodžius kriptovaliutoms rinkoje niekas į jas nežiūrėjo rimtai ar su perspektyvomis į investavimą. Tačiau per paskutinius keletą metų susidomėjimas kriptovaliutomis tik auga (Bondarenko et al., 2019). Mokslininkai ir aktyvistai, susirūpinę asmens privatumu ir laisve, pradėjo eksperimentus ir taip išrado kriptovaliutą: nereguliuojamą, decentralizuotą, visiškai anoniminę operacijų sistemą be banko sąskaitos ar kredito kortelės (Geiregat, 2018). Šios valiutos sukurtos suteikti visuomenei greitą atsiskaitymą neįtraukiant jokių trečiųjų šalių. Nors ir kriptovaliutų tikslas buvo atsiskaitymas, šiandien literatūroje jos yra plačiai aptariamoms būtent dėl investavimo galimybių. Tačiau informacijos trūkumas ir kriptovaliutų nepastovumas įtakoja įvairių investuotojų, mokslininkų ir finansų ekspertų nuomones naudojant kriptovaliutas kaip investicija ar investicijų portfelyje. Visgi ši investavimo galimybė turi nemažai privalumų dėl ko investuotojai vis dažniau nori išbandyti šią sritį. Taigi pagrindinis kriptovaliutų privalumas yra tas, kad ši rinka suteikė investuotojams naują galimybę investuoti. Kaip ir visos investicijos, taip ir kriptovaliutų investavimas turi riziką, tačiau čia ji skaitoma kaip didelės rizikos investicija, kadangi kriptovaliutos yra sunkiai prognozuojamos, turi svyruojančią vertę bei neturi jokių garantijų ar apsaugos. Pavyzdžiui atlikus mokėjimą kriptovaliutomis kitam asmeniui, sandorio atšaukti nėra galimybės. Tačiau jeigu į kriptovaliutų procesą įsitrauktų finansinės institucijos, ši investicija gali būti mažiau patraukli investuotojams, kadangi tokiu atveju gali pradėti mažėti kriptovaliutų vertė. Todėl literatūroje dažnai apie kriptovaliutų investavimą atsiliepiama taip, kad šioje sferoje turėsite arba didelį pelną arba didelį nuostolį. Visgi peržvelgiant visus privalumus ir trūkumus teigiama, kad kriptovaliutos turi potencialių investicijų galimybių ir/arba jos efektyvesnio naudojimo, kaip mainų priemonės aspektų (Subačius ir Subačienė, 2019).

Pagrindiniai kriptovaliutų bruožai yra tai, kad jos yra visiškai anoniminės bei jokia finansinė institucija ar vyriausybė nekontroliuoja nei vienos kriptovaliutos, jokie sandoriai nėra apmokestinami papildomais pardavimų mokesčiais bei nereikia jokių tarpininkų. Tačiau būtent šis bruožas turi ir trūkumą, kadangi tokiu atveju kriptovaliutos gali būti lengviau naudojamos sukčiavimui. Kalbama, kad maždaug ketvirtadalis Bitcoin vartotojų galėjo būti susiję su neteisėta veikla. Viena iš mokslinių straipsnių buvo nustatyta, kad 2017 m. 27 mln. vartotojų kriptovaliutomis naudojosi būtent nelegaliai veiklai, kas sudaro maždaug 37 milijonus sandorių per metus, ko pasekoje galima teigti, kad apie 76 mlrd. JAV dolerių kasmet gali būti susiję su neteisėta veikla. Tačiau autoriai taip pat patikslina, kad neteisėta veikla su kriptovaliutomis (būtent su Bitcoin kriptovaliuta) mažėja, kadangi rinkoje atsiranda vis daugiau naujų kriptovaliutų (Foley et al., 2019).

Kalbant apie kriptovaliutų įtraukimą į investicinį portfelį literatūroje akcentuojama, kad yra rekomenduojama į investicinį portfelį skirti ne daugiau kaip 2 proc. kriptovaliutų būtent dėl jų nepastovumo, kur tyrimas buvo atliktas remiantis Markowitz vidurkio dispersijų sistema (Brauneis & Mestel, 2018). Kitame tyrime mokslininkai vadovaudamiesi Mertono (1990) metodu taip pat teigia, kad kriptovaliutos turi teigiamą poveikį portfelio kūrimui, tyrime analizuojamas investicinis portfelis ne tik su keliomis rūšimis kriptovaliutų, bet ir įtraukiant kitas investicijas, tokias kaip nekilnojamasis turtas, akcijos, obligacijos ir pan. (Inci & Lagasse, 2019). Literatūroje taip pat yra atliktas tyrimas remiantis struktūrinių lygčių modeliavimo metodu (angl. *Structural equation modeling* (SEM)). Atliktas tyrimas rodo, kad kriptovaliutų rinka gali būti naudinga kaip investicijų portfelio papildymas ir, kad investuotojus traukia didelė investicinė grąža, tačiau taip pat paminima, kad visgi kuriant investicinį portfelį kriptovaliutas reikėtų prijungti prie kitų investicijų, norint sumažinti riziką (Sun et al., 2020). Nors dauguma autorių teigia, kad dar nėra pakankamai daug ir išsamios informacijos, vis tik daugelis mano, kad investavimo portfelis su įtrauktomis kriptovaliutomis yra naudingas. Pastebime, kad mokslinėje literatūroje vyrauja nemažai atliktų tyrimų kaip kriptovaliutos įtakoja optimalų investicinį portfelį ir, kad dauguma mokslininkų nurodo, kad toks portfelis yra naudingas ir vertas dėmesio (Bondarenko et al., 2019).

Šiandien literatūroje galime rasti ir tyrimų apie COVID-19 pandemijos daromą įtaką kriptovaliutų rinkai. Viena iš tokių tyrimų buvo pasirinktos keturios kriptovaliutos ir atliktas tyrimas naudojantis GARCH (statistinis laiko eilučių duomenų modelis) metodu, kurio išvados buvo, kad net ir ištikus pandemijai kriptovaliutų investicinis portfelis turėjo teigiamą investicinę grąžą (Kurosaki & Kim, 2021). Literatūroje yra išskiriama, kad vienas iš kriptovaliutų privalumų yra tai, kad investavimas į kriptovaliutų rinką padeda išvengti praradimų krizės atveju. Ir COVID-19 pandemijos situacija parodė, kad tame yra tiesos, kadangi prasidėjus pandemijai kriptovaliutų atsiskaitymas ir jų vertė pakilo.

Literatūroje galime rasti ir kritikos, kur teigiama, kad didelė rizika ir nepastovumas rinkoje negali pranašauti sėkmingos ateities ir investuotojai įvertinę trūkumus neturėtų rinktis tokio investavimo būdo. Kai kurie netgi mano, kad kriptovaliutų investavimas prilygsta azartiniams žaidimams ir asmenys, kurie investuoja į šią rinką yra linkę į lošimus ir priklausomybę azartui (Sonkurt & Altınöz, 2021). Dėl didelės rizikos ir azarto manoma, kad kriptovaliutų investavimas pritraukia ne tik investuotojus, bet ir lošėjus (Mills & Nower, 2019). Mokslininkai netgi yra ištyrę, kad

kriptovaliutų rinka daugiau domisi moterys, negu vyrai. Traktuojama, kad moterys yra labiau linkusios į rizikingus projektus (Smutny et al., 2021). Literatūroje bandoma apžvelgti ir kriptovaliutų rinkos ateitį, tačiau būtent dėl jų vertės nepastovumo šios srities ateitis nėra aiški (Ben & Xiaoqiong, 2019).

Tačiau nuo kriptovaliutų atsiradimo praėjus daugiau nei 10 metų kriptovaliutų rinka neprarado savo susidomėjimo ir jis tik didėja, tai įrodo ir nuolat atsirandančios naujos kriptovaliutų rūšys. Visgi mokslininkai patikslina, kad naudingesnės yra senesnės valiutos, kurios yra jau įsitvirtinusios į rinką, nei naujai pasirodžiusios kriptovaliutos (Liew et al., 2019).

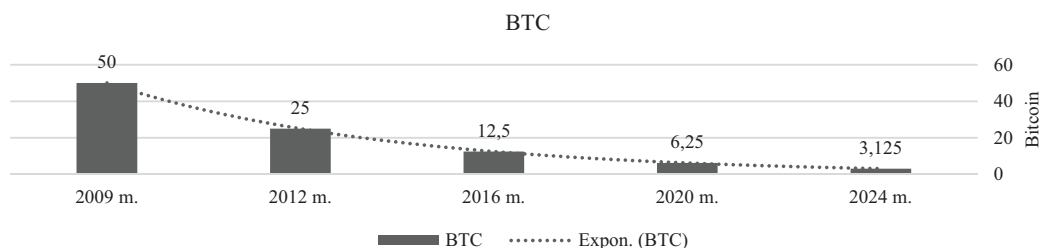
## 2. Investavimas į kriptovaliutų rinką

Literatūroje galima rasti dvi skirtingas nuomones apie kriptovaliutas ir investavimą į jas. Vieni mato tik privalumus ir ignoruoja trūkumus, o kiti – priešingai. Toks požiūris atsiranda todėl, kad investavimas į kriptovaliutas turi didelę riziką, dažniausiai kriptovaliutos asociuojasi arba su dideliu pelnu arba su dideliu nuostoliu. Tačiau analizuojant rinką ir pastebint, kad kriptovaliutos vis labiau populiarėja atsiranda vis daugiau naujų kriptovaliutų, kurių vertė iš pradžių nėra didelė, tačiau su laiku jų vertė kyla, pvz. 2013 m. sukurta DogeCoin kriptovaliuta, kuri buvo sukurta iš pradžių kaip parodija, 2021 m. sulaukė didelio susidomėjimo, todėl vertė žymiai pakilo per šiuos metus. Panaši situacija yra ir su Shiba kriptovaliuta, kurios kūrėjas nėra žinomas, bet asociuojamas su anoniminiu asmeniu „Ryoshi“, kuris bando atkartoti DogeCoin susidomėjimą ir 2021 m. gruodžio mėnesio duomenis šios valiutos vertė yra tik 0,00003745 JAV dolerių. Nors valiuta yra nauja, manoma, kad ateityje jos vertė ir toliau kils. Litecoin (LTC) valiuta, kuri rinkoje yra nuo 2011 m. taip pat verta dėmesio, kadangi 2021 m. rugsėjo mėnesio duomenis valiutos vertė yra 149 JAV dolerių, o gruodžio mėnesio duomenimis jau 158 JAV dolerių ir laikosi 18 reitingo vietoje, kas leidžia nuspėti jog ateityje jos vertė kils. Dideli svyravimai yra neišvengiami ir valiutoms, kurios jau rinkoje yra ne vienerius metus. Pavyzdžiui dar 2020 m. paskutiniame ketvirtyje Ethereum (ETH) kriptovaliutos vertė buvo vidutiniškai apie 600 JAV dolerių, o štai 2021 m. gegužės mėnesį vertė jau buvo pakilusi iki 4 000 JAV dolerių, gruodžio mėnesio duomenimis šios valiutos vertė yra 4213,66 JAV dolerių. Ir būtent ši valiuta laikosi antroje reitingo vietoje, pirmoje vietoje yra Bitcoin kriptovaliuta.

Norint pradėti investuoti į kriptovaliutas pirmas žingsnis, kurį reikia atlikti, tai išsirinkti priimtinausią valiutos keityklą. Geriausia rinktis tas, kuriomis naudojasi didelė žmonių dalis, kurios turi didelę patirtį ir nuolat tobulina apsaugos standartus. Šiuo metu jų galima rasti ne vieną, tačiau populiariausia ir sparčiausia auganti kriptovaliutų keitykla yra Binance. Kitas žingsnis turėti saugią ir patikimą vietą, kurioje bus laikomos kriptovaliutos – kriptovaliutų piniginė. Dauguma kriptovaliutų keityklų leidžia kriptovaliutas laikyti savo paskyroje, tačiau tai yra labai rizikinga, nes įsilaužus į kriptovaliutų keityklą ar ją uždarius dingtų ir visos turimos kriptovaliutos. Ledger Nano (hardware piniginė) yra populiariausia rinkoje tarp siūlomų kriptovaliutų piniginių. Taip pat valiutas galima saugoti ir virtualiose piniginėse, nors jos nėra laikomos tokiomis saugiomis kaip hardware, bet jos yra patogiausios. Šios piniginės veikia mobiliųjų, kompiuterių programose, tačiau čia yra didesnė tikimybė, kad į įrenginį gali įsilaužti bet kas ir pasisavinti turimas kriptovaliutas.

## 3. Investavimas į kriptovaliutų kasimo rinką

Investavimas į kriptovaliutas gali būti ne tik jas perkant, bet ir jas išgaunant naudojantis kasimo būdu, t. y. naudojantis specialiais ir galingais kompiuteriais. Kriptovaliutų kasimas tai procesas, kuriuo metu į apyvartą patenka nauji kriptovaliutų vienetai, taip pat šiuo procesu yra patvirtinamos operacijos ir sandoriai. Šiam procesui reikalinga kompiuterinė įranga, kuri gali išspręsti sudėtingus matematinius uždavinius, t. y. grafinis procesorius (angl. GPU) arba integrinis grandynas (angl. ASIC). Pirmasis kompiuteris atlikęs matematinę užduotį gauna į savo sąskaitą kriptovaliutų. Nepaisant to, kad įsigyti reikalingą galingą kompiuterinę įrangą, kuri galėtų pirma išspręsti užduotis, nėra pigu, šis



1 paveikslas. Atlygis už BTC kasybą (sudaryta autoriaus pagal šaltinį Buy Bitcoin Worldwide, 2022)

procesas vis tiek sulaukia investuotojų susidomėjimo. Tačiau prieš įsigijant galingą įrangą, būtina išanalizuoti norimos kriptovaliutos kasimo numatomą atlygį, pvz. atlygis už Bitcoin kasybą mažėja perpus maždaug kas ketverius metus. Kaip matome 1 paveiksle 2012 m. atlygis buvo 25 BTC, 2016 m. sumažėjo iki 12,5 BTC, o 2020 m. buvo 6,25 BTC, taigi 2024 m. atlygis jau bus 3,125 BTC.

Tačiau neturint ar nenorint investuoti į kompiuterinę įrangą yra galimybė prisijungti prie kasybos baseinų (angl. *Mining pool*). Šiuos baseinus koordinuoja kasėjų grupės, kur galima prisijungti ir kasti kriptovaliutas bendradarbiaujant (sujungiant turimų kompiuterinių įrangų galią) ir pasidalinant išmokas tarp visų dalyvių. Norint įsigilinti ar kriptovaliutų kasimas gali būti pelningas investuotojui buvo atrinktos 10 kriptovaliutų rūšių ir nurodomas galimas uždarbis/nuostolis (atskaičiavus vidutines elektros išlaidas) kasant būtent šias kriptovaliutas. Duomenis pateikti 1 lentelėje. Palyginimui remtasi 2021 m. rugsėjo ir gruodžio mėnesio duomenimis.

1 lentelė. Atlygis už kriptovaliutų kasimą (sudaryta autoriaus remiantis CoinWarz, 2022)

	Kriptovaliuta	Pelnas (nuostolis) per dieną (2021 m. rugsėjis)	Pelnas (nuostolis) per dieną (2021 m. gruodis)
1	Verge (XVG)	78,79 JAV dol.	2,56 JAV dol.
2	Peercoin (PPC)	27,84 JAV dol.	29,63 JAV dol.
3	Ethereum (ETH)	25,49 JAV dol.	28,39 JAV dol.
4	Bitcoin (BTC)	22,54 JAV dol.	22,65 JAV dol.
5	Dogecoin (DOGE)	10,40 JAV dol.	7,39 JAV dol.
6	Litecoin (LTC)	1,97 JAV dol.	2,68 JAV dol.
7	Monero (XMR)	(0,80) JAV dol.	(0,84) JAV dol.
8	Monacoin (MONA)	(1,43) JAV dol.	(1,43) JAV dol.
9	Viacoin (VIA)	(5,04) JAV dol.	(5,04) JAV dol.
10	Syscoin (SYS)	(7,68) JAV dol.	(7,49) JAV dol.

1 lentelėje pateikto atlygio duomenys skiriasi trimis mėnesiais, kas parodo koks yra nepastavomas tarp atlygio. Iš lentelės duomenų matome, kad rugsėjo mėnesį pelningiausia kriptovaliuta kasimui buvo Verge (XVG), tačiau gruodžio mėnesį šis atlygis yra žymiai nukritęs. Vienas iš veiksnių, kuris gali paveikti atlygio vertę yra tai, kad su kiekviena iškasta valiuta algoritmai vis sunkėja ir reikalauja daugiau energijos išteklių, todėl prieš pradėdant investuoti į kriptovaliutų kasimą reikėtų išanalizuoti ne tik atlygio kintamumą, bet ir kiek šiuo metu yra iškasta valiutų, t. y. rinkos kapitalizmą, bei išnagrinėti tos valiutos blokus ir kitą susijusią informaciją, pvz. kokio galingumo įrangos reikia, kad iškasti vieną vienetą kriptovaliutos. Tačiau net ir turint visą reikiamą informaciją ir galingą įrangą vis tiek nėra įmanoma numatyti, kuri iš kriptovaliutų bus pelninga, o kuri nuostolinga. Literatūroje kriptovaliutų kasimas sulaukia nemažai neigiamos kritikos, kadangi šis procesas reikalauja labai daug elektros energijos. Du trečdaliai sandorių tvirtinimo resursų yra Kinijoje, kur didžioji dalis elektros energijos pagaminama deginant anglį, kas yra labai neekologiška ir netvaru. Pasak Naujosios Meksikos universiteto mokslininkų, kurie savo straipsnyje paskaičiavo, kokį kriptovaliutų kasimo metodikos daro poveikį aplinkai, nustatė, kad 2018 m. kiekvienas 1 JAV dolerio sukurtos Bitcoin vertės buvo atsakingas už 0,49 JAV dolerių žalą sveikatai ir klimatui JAV ir 0,37 JAV dolerių Kinijoje (Goodkind et al., 2020). Tokia žala sukeliama dėl to, kad į gamtą patenka vis daugiau teršalų deginant iškastinį kurą, kuris gamina elektros energiją. Kadangi su kiekvienu išgaunamu kriptovaliutos vienetu didėja ir elektros reikalavimai, minėti mokslininkai teigia, kad tokiu atveju neišvengiamai artėjama prie neigiamos grynosios socialinės naudos, nes kriptovaliutos pagaminamos naudojant iškastinį kurą. Taigi tuo pačiu šis procesas sukuria finansinę vertę, bet ir sukuria neigiamą poveikį žmonių sveikatai ir klimatui. Mokslininkai taip pat paminėjo, kad kompiuterinė įranga ne tik naudoja energiją, kol yra kasamos kriptovaliutos, bet šią įrangą reikia ir nuolatos vėsinti, kad neperkaistų sprendžiant sudėtingus algoritmus, kas reiškia, jog energijos yra sunaudojama dar daugiau. Literatūroje taip pat aprašoma, kad toks energijos suvartojimas gali paveikti globalinį atšilimą 2 temperatūros laipsniais (Dittmar & Praktiknjo, 2019). Nors ir literatūroje daug kalbama apie neigiamą kriptovaliutų kasimo poveikį ekologijai, tačiau susidomėjimo investuoti į šį procesą nėra prarandama.

#### 4. Investavimo į kriptovaliutų rinką tyrimo metodika ir rezultatai

Rinkoje esant tūkstančiams kriptovaliutų rūšių yra sudėtinga nuspręsti į kurią ar kurias kriptovaliutas investuoti. Bei ar investuoti į jų pirkimą – pardavimą ar kriptovaliutų kasimą. Siekiant išanalizuoti rinkoje esančias kriptovaliutas pagal

prioritetą buvo pasirinkta naudoti vieną iš daugiakriterinio sprendimų metodų, kuris padeda išrinkti tinkamiausią alternatyvą bei jas suranguoti eilės tvarka. Šiame darbe pasirinktas vienas iš daugiakriterinių sprendimo priėmimo metodų – TOPSIS metodas (angl. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – variantų prioritetų nustatymas pagal artumo idealiam taškui kriterijų metodas. Kurio metu randamas idealus teigiamas sprendimas – geriausias variantas, bei idealus neigiamas sprendimas – blogiausias variantas. Straipsnyje buvo pasirinktos dešimt kriptovaliutos ir atliktas tyrimas tiek investavimui į kriptovaliutas, tiek į jų kasimą. Taikant šį metodą pirmas žingsnis yra sudaryti kriterijų ir alternatyvų matricą. Šiame straipsnyje alternatyvoms yra prisikiriamos kriptovaliutos, kadangi norime sudaryti prioritetinę eilutę nuo naudingiausios iki mažiau naudingos kriptovaliutos. Kriterijams yra priskiriami kiekybiniai rodikliai, pagal kuriuos galime spręsti apie alternatyvos naudingumą investuotojui bei jos svarbumą. Išsirinkus kriterijus ir alternatyvas pirmasis žingsnis yra matricos normalizavimas, kuris sudaromas pagal formulę:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (1)$$

čia  $x$  – kriterijus.

Kai turime normalizuotą matricą apskaičiuojame svertinę matricą taikant formulę:

$$v_{ij} = w_j \times n_{ij}, \quad (2)$$

čia  $w$  – svoris;  $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ .

Ketvirtas žingsnis apskaičiuoti teigiamą ir neigiamą idealųjį sprendimą. Teigiamas idealusis sprendimas skaičiuojamas pagal formulę:

$$V^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) = \left( \left( \max_i v_{ij} \mid j \in I \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right) \right). \quad (3)$$

Neigiamas idealusis sprendimas skaičiuojamas pagal formulę:

$$V^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) = \left( \left( \min_i v_{ij} \mid j \in I \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right) \right). \quad (4)$$

Toliau skaičiuojame atstumą iki idealaus teigiamo ir neigiamo sprendimo. Atstumas iki idealaus teigiamo sprendimo skaičiuojamas pagal formulę:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}. \quad (5)$$

Atstumas iki idealaus neigiamo sprendimo skaičiuojamas pagal formulę:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}. \quad (6)$$

Priešpaskutinis veiksmas yra apskaičiuoti santykinį atstumą teigiamui idealiam sprendimui. Šiam veiksmui taikoma formulė:

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}. \quad (7)$$

Paskutinis žingsnis yra pagal gautas  $P_i$  reikšmes suranguoti alternatyvas pagal prioritetą. Atlikus šiuos veiksmus gauname prioritetinę analizuojamų alternatyvų eilutę, pagal kurią galime daryti išvadas.

Atliekant kriptovaliutų rangavimą TOPSIS metodu, buvo pasirinktos dešimt populiariausių kriptovaliutų (alternatyvos), bei penki rodikliai (kriterijai). Kriterijai buvo parinkti atsižvelgiant į svarbiausius punktus į kuriuos turi atkreipti dėmesį bet kuris investuotojas, kuris planuoja investuoti į kriptovaliutų rinką. Analizuojant kriptovaliutas svarbu atkreipti dėmesį į jos kainą bei kainos pokytį per paskutines 24 valandas, kadangi žinant jog kriptovaliutos pasižymi dideliu nepastovumu, svarbu numanyti kiek procentų per parą vertė gali pasikeisti (sumažėti arba padidėti). Kitas kriterijus yra rinkos kapitalizmas – tai yra vienas svarbiausių kriterijų kriptovaliutų rinkoje, kuris yra apskaičiuojamas – dabartinė rinkos kaina  $\times$  bendras kriptovaliutos kiekis rinkoje. Šis rodiklis naudojamas nustatyti kriptovaliutos vertę ir palyginti su kitomis rinkoje esančiomis kriptovaliutomis (O'Connor, 2019). Kitas svarbus rodiklis yra

prekybos apimtis, kuo didesnė prekybos apimtis tuo naudingiau, kadangi tai reiškia, kad kriptovaliuta yra likvidi ir gali būti lengvai perkama arba parduodama. Paskutinis pasirinktas kriterius yra kriptovaliutos dominavimas rinkoje, šis rodiklis yra svarbus, kadangi šiuo metu yra tūkstančiai kriptovaliutų, tad svarbu žinoti kiek kokia valiuta rinkoje užima vietos (Aljinović et al., 2021). Įvertinus šiuos penkis kriterijus kiekvienai alternatyvai (kriptovaliutai) sužinosime, kurios kriptovaliutos yra labiau patrauklios ir kurios mažiau patrauklios. 2 lentelėje yra pateiktos pasirinktos kriptovaliutos bei kiekvienos valiutos rodikliai.

2 lentelė. Kriptovaliutų kriterijų ir alternatyvų matrica (sudaryta autoriaus remiantis šaltiniu CoinMarketCap, 2022)

		Kaina (JAV dol.)	Rinkos kapitalizmas (JAV dol.)	Prekybos apimtis (JAV dol.)	Dominavimas rinkoje %	Kainos pokytis 24 val. %
1	Bitcoin (BTC)	60 587,21	1 142 956 560	33 105 599,8	44,17	1,69
2	Ethereum (ETH)	4228,34	499 947 281,4	16 822 332,4	19,27	3,13
3	Peercoin (PPC)	0,7844	21 445 571	23791	0	3,55
4	Dogecoin (DOGE)	0,2605	34 561 661,88	3 578 256,49	1,33	8,75
5	Bitcoin Cash (BCH)	578,6	10 990 646,94	1 434 598,53	0,42	3,07
6	Litecoin (LTC)	189,07	13 100 946,44	2 186 557,66	0,51	1,88
7	Horizen (ZEN)	79,16	935 673 396	11 037 172	0,04	3,02
8	Ravencoin (RVN)	0,09316	953 295 382	66 519 150	0,04	11,07
9	Vertcoin (VTC)	0,603	37 959 521	1 936 587	0	14,22
10	Einsteinium (EMC2)	0,03611	8 022 907	81 075	0	5,00

Išanalizuoti kriptovaliutų kasimą buvo pasirinktos tos pačios dešimt kriptovaliutų bei svarbūs kasimui penki rodikliai, kurie yra sužymėti 3 lentelėje. Vienas iš rodiklių yra numatomas pelnas per dieną, kadangi svarbu žinoti kokį pelną galima užsidirbti kasant tam tikrą valiutą, kitas svarbus rodiklis kasant kriptovaliutas yra informacija apie tos valiutos bloką, t. y. kiek blokų jau yra išspręsta, per kiek laiko išsprendžiamas vienas blokas, bei koks atlygis kriptovaliutomis gaunamas už kiekvieną išspręstą bloką. Straipsnyje jau minėta, kad kuo daugiau yra išsprendžiama blokų, tuo sudėtingesni tampa matematiniai uždaviniai, kuriuos turi kompiuteris išspręsti, taigi paskutinis pasirinktas rodiklis yra kriptovaliutos sudėtingumo lygis.

3 lentelė. Kriptovaliutų kasimo kriterijų ir alternatyvų matrica (sudaryta autoriaus remiantis šaltiniu CoinWarz, 2022)

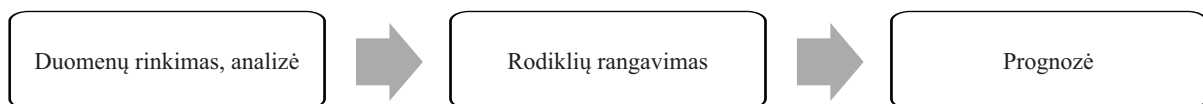
		Pelnas per dieną (JAV dol.)	Bloko laikas (minutės)	Atlygis už bloką	Blokai (vnt.)	Sudėtingumo lygis
1	Bitcoin (BTC)	22,05	10	6,25	712 586	2,23357E+13
2	Ethereum (ETH)	28,77	0,15	2	1,37E+07	1,17784E+16
3	Peercoin (PPC)	27,59	10	55,17	595 134	2 637 988 000
4	Dogecoin (DOGE)	12,91	1	10 000	4 006 718	6 738 091,7
5	Bitcoin Cash (BCH)	23,05	10	6,25	716 924	2,08374E+11
6	Litecoin (LTC)	2,86	2,5	12,5	2 169 373	11 070 337,5
7	Horizen (ZEN)	7,58	2,5	3,75	1 049 770	36 784 735,24
8	Ravencoin (RVN)	4,44	2,5	25	1 678 201	108 643,67
9	Vertcoin (VTC)	4	0,4	25	1 678 201	133
10	Einsteinium (EMC2)	2,32	1	2	4 124 379	33 037

Atlikus abiejų matricų skaičiavimus TOPSIS metodu, gavome suranguotas kriptovaliutas nuo labiausiai naudingos iki mažiausiai naudingos, kurie pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Rangavimas TOPSIS metodu

Kriptovaliuta	Kriptovaliutų rangavimas	Kriptovaliutų kasimo rangavimas
Bitcoin (BTC)	1	4
Ethereum (ETH)	3	10
Peercoin (PPC)	7	2
Dogecoin (DOGE)	9	1
Bitcoin Cash (BCH)	6	3
Litecoin (LTC)	5	7
Horizen (ZEN)	4	5
Ravencoin (RVN)	2	6
Vertcoin (VTC)	10	8
Einsteinium (EMC2)	8	9

Pagal gautus rezultatus matome, kad norint investuoti į kriptovaliutas šiandien labiausiai naudingos yra Bitcoin, Ravencoin ir Ethereum. Bitcoin kriptovaliuta yra pirmoji išrasta kriptovaliuta ir labiausiai aprašoma literatūroje ir jau daugiau nei dešimt metų išlieka aukščiausioje reitingo vietoje, kurios rinkos kapitalizacija 2021 m. viršijo 2 trilijonus JAV dolerių. Taip pat 2021 m. Bitcoin pasiekė aukščiausią savo vertę, t. y. beveik 70 tūkst. JAV dolerių. Antroje vietoje yra Ravencoin valiuta, kurios vienas iš įkūrėjų dar 2018 m. buvo Bitcoin valdybos narys, tais pačiais metais ir buvo pristatyta ši valiuta į rinką. Trečioje vietoje taip pat plačiai aptariama kriptovaliuta – Ethereum, kuri naudojama ne tik kaip kriptovaliuta, bet ir kaip platforma atlikti beveik bet kokias decentralizuotas paslaugas. Ši kriptovaliuta 2015 m. buvo sukurta Vitaliko Buterino (Rusijos ir Kanados programuotojas). Tačiau norint investuoti į kriptovaliutų kasimą, labiausiai naudingos yra Dogecoin, Peercoin bei Bitcoin Cash. Iš rezultatų taip pat pastebime, kad mažiausiai naudingos tiek investavimui į kriptovaliutas, tiek į jų kasimą yra Vertcoin bei Einsteinium, kurios rinkoje yra nuo 2014 m. Taip pat pastebime, kad nors ir viena valiuta gali būti daugiau naudinga investuoti į jų pirkimą, tačiau ta pati valiuta gali būti mažiausiai naudinga norint ją kasti ir taip gauti atlygį. Visgi svarbu atkreipti dėmesį, kad kriptovaliutų rinka yra nepastovi, todėl rekomenduojama kuo dažniau atlikti kriptovaliutų rangavimą TOPSIS metodu, kuris padeda atrinkti šiuo metu labiausiai patrauklias kriptovaliutas investavimui. 2 paveiksle galime matyti apibendrintą straipsnio tyrimo metodiką. Siekiant gauti galimas prognozes iš pradžių buvo renkami duomenis, jie analizuojami. Tuomet atsirinkus tinkamus duomenis, jie buvo ranguojami TOPSIS metodu ir pagal gautus rezultatus, galime daryti išvadas.



2 paveikslas. Tyrimo metodika (sudaryta autoriaus)

## Išvados

Išanalizavus mokslinę literatūrą pastebima, kad vyrauja dvi nuomonės – vieni teigia, kad investavimas į kriptovaliutas yra naudingas investuotojui, taip pat naudinga ir kurti optimalų investicinį portfelį prijungiant kriptovaliutas prie kitų investicijų, pvz., nekilnojamasis turtas, obligacijos, akcijos ar kitų turto klasės finansinių instrumentų. Kiti akcentuoja tik kriptovaliutų trūkumus, tokius kaip itin didelė rizika dėl kriptovaliutų vertės nepastovumo, bei daug akcentuojama į ekologiją ir daromą neigiamą poveikį klimatui ir žmogaus sveikatai išgaunant kriptovaliutas, kadangi yra sunaudojamas labai didelis kiekis energijos, naudojant iškastinį kurą. Straipsnyje išanalizuotos dvi pagrindinės investavimo galimybės į kriptovaliutas, t. y. investavimas į kriptovaliutų pirkimą ir kriptovaliutų kasimą. Abiems būdams būtina turėti daug informacijos ir žinių apie pačias kriptovaliutas, jų sistemą, išanalizuoti skirtingų kriptovaliutų vertės nepastovumą bei nuosekliai stebėti rinką. O pasirinkus investavimą į kriptovaliutų kasimą reikia būti pasiruošus ir galingai kompiuterinei įrangai, kuri nėra pigi, nepamiršti elektros išlaidų, taip pat ši įranga užima nemažai vietos, tad reikia apgalvoti ir kur bus laikoma įranga. Nenorint

investuoti į kompiuterinę įrangą galima prisijungti ir prie kasybos baseinų, tokiu atveju būtina išanalizuoti rinkoje esančius baseinus ir išsirinkti patikimiausią. Atlikus rangavimą pagal TOPSIS metodą, matome, kad pagal prioritetą patraukliausios kriptovaliutos yra Bitcoin, Ravencoin ir Ethereum. O analizuojant kriptovaliutų kasimą pagal prioritetą labiausiai patrauklios yra Dogecoin, Peercoin ir Bitcoin Cash. Vertinant kriptovaliutų nepastovumą, rekomenduojama prieš investuojant išanalizuoti norimas valiutas ir kaip jos vertė keitėsi per paskutinius metus. Taip pat reikia nepamiršti, kad Blockchain nuolat auga ir kiekvieną kartą vis didėja kriptovaliutų kasimo sudėtingumo lygis, tad rekomenduojama nuolatos tikrinti kasamos kriptovaliutos pelningumą. Investuojant į kriptovaliutų rinką ir siekiant gauti kuo didesnę pelną bei tuo pačiu mažinti riziką, siūloma naudojantis TOPSIS metodu ranguoti kriptovaliutas kuo dažniau ir taip palyginti kaip keičiasi kriptovaliutų rinka. Gautus palyginimo rezultatus galima būtų naudoti tolimesniems tyrimams. Atlikus analizę galime daryti išvadą, kad investuoti į kriptovaliutas ir jų kasimą verta ir naudinga, tačiau reikia nepamiršti, kad jokia investicija nėra be rizikos, o ten kur yra galimybė gauti didelę investicinę grąžą, bus ir didelė rizika patirti nuostolį.

## Literatūra

- Aljinović, Z., Marasović, B., & Šestanović, T. (2021). Cryptocurrency portfolio selection—A multicriteria approach. *Mathematics*, 9(14), 1677. <https://doi.org/10.3390/math9141677>
- Ben, S., & Xiaoqiong, W. (2019). Are cryptocurrencies good investments? *Studies in Business and Economics*, 14(2), 181–192. <https://doi.org/10.2478/sbe-2019-0033>
- Buy Bitcoin Worldwide. (2022). *Bitcoin halving clock*. <https://www.buybitcoinworldwide.com/bitcoin-clock>
- Bondarenko, A., Kichuk, O., & Antonov, A. (2019). The possibilities of using investment tools based on cryptocurrency in the development of the national economy. *Baltic Journal of Economic Studies*, 5(2), 10–17. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-2-10-17>
- CoinMarketCap. (2022). <https://coinmarketcap.com/>
- CoinWarz. (2022). <https://www.coinwarz.com/cryptocurrency>
- Dittmar, L., & Praktikno, A. (2019). Could Bitcoin emissions push global warming above 2 °C? *Nature Climate Change*, 9, 656–657. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0534-5>
- Foley, S., Karlsen, J. R., & Putniņš, T. J. (2019). Sex, drugs, and bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies? *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798–1853. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz015>
- Geiregat, S. (2018). Cryptocurrencies are (smart) contracts. *Computer Law & Security Review*, 34(5), 1144–1149. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.05.030>
- Goodkind, A. L., Jones, B. A., & Berrens, R. P. (2020). Cryptodamages: Monetary value estimates of the air pollution and human health impacts of cryptocurrency mining. *Energy Research & Social Science*, 59, 101281. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101281>
- Griffin, J. M., & Shams, A. (2020). Is bitcoin really untethered? *The Journal of Finance*, 75(4), 1913–1964. <https://doi.org/10.1111/jofi.12903>
- Inci, A. C., & Lagasse, R. (2019). Cryptocurrencies: Applications and investment opportunities. *Journal of Capital Markets Studies*, 3(2), 98–112. <https://doi.org/10.1108/jcms-05-2019-0032>
- Kurosaki, T., & Kim, Y. S. (2021). Cryptocurrency portfolio optimization with multivariate normal tempered stable processes and Foster-Hart risk. *Finance Research Letters*, 45, 102143. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102143>
- Liew, J., Li, R., Budavári, T., & Sharma, A. (2019). Cryptocurrency investing examined. *The Journal of the British Blockchain Association*, 2(2), 1–12. [https://doi.org/10.31585/jbba-2-2-\(2\)2019](https://doi.org/10.31585/jbba-2-2-(2)2019)
- Mills, D. J., & Nower, L. (2019). Preliminary findings on cryptocurrency trading among regular gamblers: A new risk for problem gambling? *Addictive Behaviors*, 92, 136–140. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2019.01.005>
- O'Connor, M. (2019). What is “market cap” in crypto, and why is it important? <https://dailyhodl.com/2019/03/06/what-is-market-cap-in-crypto-and-why-is-it-important>
- Smutny, Z., Sulc, Z., & Lansky, J. (2021). Motivations, barriers and risk-taking when investing in cryptocurrencies. *Mathematics*, 9(14), 1655. <https://doi.org/10.3390/math9141655>
- Sonkurt, H. O., & Altınöz, A. E. (2021). Cryptocurrency investment: A safe venture or a new type of gambling? *Journal of Gambling*, 47, 199–216. <https://doi.org/10.4309/jgi.2021.47.8>
- Subačius, A. ir Subačienė, R. (2019). Kriptovaliuta: privalumai ir trūkumai. *Buhalterinės apskaitos teorija ir praktika*, 19, 1. <https://doi.org/10.15388/Batp.2019.1>
- Sun, W., Dedahanov, A. T., Shin, H. Y., & Kim, K. S. (2020). Switching intention to crypto-currency market: Factors predisposing some individuals to risky investment. *PloS One*, 15(6), e0234155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234155>



## INVESTIGATION OF INVESTMENT OPPORTUNITIES IN THE CRYPTOCURRENCY MARKET

Sandra KRITSKYTĖ, Nijolė MAKNICKIENĖ

**Abstract.** Cryptocurrency is a digital, anonymous, decentralized currency that can only be used on virtual space and is not supervised by any financial institution. They can be used for settlement, savings and investment purposes. These currencies are made by mining when computer programs make special mathematical calculations (algorithms) and thus create new cryptocurrency units. Each year interest in cryptocurrency market is growing, despite high risks which are widely discussed in literature, there is a need to find more information about this type of investment. The analysis of the scientific literature and the research of multi criteria valuation methods in the article aim to examine the investment opportunities in cryptocurrency market and to determine which method is more attractive to investor. The results of this article help to understand investment opportunities in the cryptocurrency market.

**Keywords:** investment, cryptocurrency, cryptocurrency market, cryptocurrency mining.