

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

FINANSAI IR BANKININKYSTĖ

Rugilė Dručiūnaitė

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS INVESTICINIO PORTFELIO REZULTATAMS VERTINIMAS	EVALUATION OF THE IMPACT OF CRYPTOCURRENCIES ON THE INVESTMENT PORTFOLIO RESULTS
---	---

Darbo vadovas – lekt. Nerijus Činčikas

Vilnius, 2022

TURINYS

ĮVADAS	5
1. KRIPTOVALIUTŲ ĮTRAUKIMO Į PORTFELĮ BEI JO OPTIMIZAVIMO TEORINIAI ASPEKTAI	8
1.1. Kriptografinės valiutos ir jų rinka	8
1.1.2. Kriptografinių valiutų privalumai, trūkumai ir ateities perspektyvos	13
1.1.3. Kripto valiutos – kaip investicinė priemonė.....	16
1.2. Portfelio optimizavimo teorija	19
1.3. Tradicinių ir alternatyvių turto klasių skirtumai	23
1.4. Portfelio optimizavimas pagal investuotojų tipą.....	24
1.5. Ankstesnių tyrimų, apie kriptovaliutų įtraukimą į investicinį portfelį, apžvalga.....	26
2. KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS INVESTICINIO PORTFELIO REZULTATAMS NUSTATYMO METODIKA	31
2.1. Empirinio tyrimo tikslas, modelis ir hipotezės.....	31
2.2. Tyrimo duomenys	36
2.3. Aktyvų paskirstymo metodai	38
2.3.1. Tolygus modelis.....	38
2.3.2. Markowitz vidurkio dispersijos portfelio optimizavimas	39
2.4. Portfelio vertinimo metodai	40
2.5. Ankstesni tyrimai, kuriais remiantis sudaryta tyrimo metodika	44
3. INVESTICINIŲ PORTFELIŲ FORMAVIMAS IR KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS VERTINIMAS.....	46
3.1. Aktyvų įvertinimas.....	46
3.2. Portfelio formavimas neįtraukiant kriptografinių valiutų	50
3.3. Portfeliai suformuoti įtraukiant Bitcoin	52
3.4. Portfeliai su kriptovaliutų indeksu CRIX.....	54
3.5. Portfeliai su keliomis kriptovaliutomis	56
3.6. Portfeliai iš tradicinių ir alternatyvių aktyvų.....	58
3.7. Rezultatų įvertinimas.....	62
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	69
LITERATŪROS SĄRAŠAS	73
SANTRAUKA	82
SUMMARY	83
PRIEDAI.....	84
1 Priedas. Atskirų aktyvų gražų svyravimai.....	84
2 priedas. Aktyvų, naudotų portfelio formavimui, kovariacijos matrica.	86

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Kriptovaliutų samprata	9
2 lentelė. Ankstesni tyrimai apie kriptovaliutų įtraukimą į investicinę portfelį bei juose naudoti modeliai ir jų rezultatai	29
3 lentelė. Empirinio tyrimo modelis	33
4 lentelė. Investicinių portfelių formavimui pasirinkti finansiniai instrumentai	37
5 lentelė. Aktyvų, įtrauktų į portfelio formavimas, aprašomoji statistika	48
6 lentelė. Koreliacijos matrica tarp aktyvų, naudojamų investiciniams portfeliams konstruoti. ...	50
7 lentelė. Pirmojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus neįtraukiant kriptografinių valiutų.	51
8 lentelė. Antrojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant Bitcoin.	53
9 lentelė. Trečiojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant CRIX.	55
10 lentelė. Ketvirtojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant kelias kriptovaliutas.	57
11 lentelė. Penktojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, į formavimą įtraukiant visus aktyvus (kriptovaliutos ir $CRIX \geq 5\%$).....	59
12 lentelė. Penktojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, į formavimą įtraukiant visus aktyvus (be apribojimų).....	60
13 lentelė. Portfelių, suformuotų atsižvelgiant į investuotojų tikslus, rezultatų įvertinimas pasitelkiant rodiklius.....	63
14 lentelė. Hipotezių įvertinimas, remiantis gautais tyrimo rezultatais.	67

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas.	Bendros kriptografinių valiutų rinkos kapitalizacijos pokyčiai 2015 – 2021 m. ...	11
2 paveikslas.	Kriptografinių valiutų rinkos dalis pagal bendrą rinkos kapitalizaciją 2015 – 2021 m.	12
3 paveikslas.	Efektyvioji portfelio aibė ir optimalaus portfelio pasirinkimas	21
4 paveikslas.	Turto rinkos tiesė.....	22
5 paveikslas.	Investicinių aktyvų grąžų svyravimų palyginimas laikotarpiu 2015 – 2021 m.	46
6 paveikslas.	Aktyvų, naudotų sudarant investicinius portfelius, laukiamos grąžos ir rizikos, išreikštos standartinius nuokrypiu, palyginimas	47
7 paveikslas.	Efektyvioji portfelių aibė neįtraukiant kriptovaliutų.....	52
8 paveikslas.	Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant Bitcoin	54
9 paveikslas.	Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant CRIX.....	56
10 paveikslas.	Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant keletą kriptovaliutų	58
11 paveikslas.	Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant visus aktyvus.....	61
12 paveikslas.	Mažiausią riziką generuojantis portfelis konservatyviam investuotojui	65
13 paveikslas.	Maksimalios grąžos portfeliai agresyviai investuotojui, sudaryti iš vieno ir kelių aktyvų.....	66
14 paveikslas.	Maksimalaus Šarpo rodiklio portfelis, sudarytas racionaliam investuotojui	66

IVADAS

Per pastarąjį dešimtmetį kriptovaliutos tapo viena iš daugiausiai žadančių finansinių inovacijų visame pasaulyje. Nors jų atsiradimu laikomas 2008 m. sukurtas Bitcoin, tuo metu didelio pasisekimo ir paklausos jos nesulaukė, tačiau praėjus keliems metams, nors Bitcoin ir liko pagrindinė bei populiariausia kriptovaliuta, taip pat atsirado begalė kitų, kurios šiandien skaičiuojamos tūkstančiais. Šis skaitmeninė inovacija, kuri daugumoje straipsnių labiau traktuojama kaip turtas, o ne kaip valiuta, susilaukia nemažai investuotojų dėmesio. Šalia tradicinių investicinių aktyvų, kriptovaliutos, kurios laikomos kaip alternatyvios investicijos, pasižymi daug didesniu kainų kintamumu, kas daugelį investuotojų atbaido nuo minties įtraukti jas į portfelį, tačiau iš didelio kainų svyravimo taip pat galima išlošti. Taigi, šiame darbe ir sieksime išsiaiškinti ar kriptovaliutos turėtų būti įtrauktos į investicinį portfelį ir kuriems investuotojams jos yra labiausiai tinkama investicija.

Darbo temos aktualumas. Spartėjant globalizacijai ir technologinei pažangai, daugelis investuotojų šiais laikais nebežiūri tik į tradicines turto klases. Jie pasiryžę ieškoti alternatyvų, kurios žadėtų didesnę laukiamą grąžą, o juk kiekvienam investuotojui svarbiausia maksimalus pelnas iš jo investicinio portfelio. Vis daugiau dėmesio pastaraisiais metais susilaukiantis Fintech – kriptovaliutos, turėtų būti apsvarstytos kaip investicinė priemonė, naudojama portfelio diversifikavimui. Tačiau moksliniuose darbuose daugiausia tyrimams naudojama tik viena iš pagrindinių kriptovaliutų – Bitcoin. Neatsižvelgiama į tai, kad šiaip laikais jų yra sukurta daug daugiau ir galbūt į portfelį turėtų būti įtraukta nebe vien Bitcoin. Taip pat, jų įtraukimas į portfelį turėtų būti vertinamas ir pagal investuotojo tipą. Konservatyvus investuotojas vargu ar kriptovaliutas rinktųsi kaip investiciją, kurios pasižymi kintamumu ir neapibrėžtumu, tačiau agresyvus investuotojas, kurį daugiau domina trumpalaikės investicijos, ir kuris laimi iš rinkos svyravimų, tikėtina, kad turėtų įtraukti kriptovaliutas į savo optimalų investicinį portfelį. Didžiausias klausimas kyla dėl racionalių investuotojų, kurie siekia maksimalios laukiamos grąžos esant minimaliam rizikos lygiui. Tad šiuo darbu siekiama apžvelgti ne tik racionalaus investuotojo optimalų portfelį, tačiau išsiaiškinti ir kitų investuotojų – agresyvaus ir konservatyvaus – portfelius bei kriptovaliutų svarbą ir naudą juose, taip pat su kokiomis tradicinėmis turto klasėmis kriptovaliutas geriausia ir naudingiausia laikyti portfelyje.

Darbo temos ištyrimo lygis. Tūkstančių skirtingų kriptovaliutų atsiradimas ir pagrindinių iš jų didžiulis kainų augimas, patraukęs daugelio investuotojų dėmesį, privertė mokslininkus giliau

paanalizuoti šią finansinę inovaciją, jos charakteristikas ir poveikį investiciniam portfeliui. Atlikus keletą tyrimų apie kriptovaliutas nustatyta, kad jos yra geras instrumentas portfelio diversifikavimui (Lee, Guo ir Wang, 2018; Borri, 2019). Taip pat, tiriant tik pagrindinės kriptovaliutos, Bitcoin, poveikį portfeliui padaryta išvada, kad įtraukiant ją, portfelio laukiama grąža padidėja, kartu kompensuodama padidėjusią riziką (Brière ir kt., 2015; Kajtazi ir Moro, 2019). Taip pat Symitsi ir Chalvatzis (2019) atlikę tyrimą nustatė, kad iš Bitcoin įtraukimo į diversifikuotą portfelį gali pasipelnėti net ir mažiau riziką toleruojantys investuotojai. Daugelyje padarytų tyrimų kriptovaliutų poveikis analizuotas racionalaus investuotojo portfeliui ir daug mažiau dėmesio skirta kitiems investuotojų tipams bei kitoms kriptovaliutomis, ne tik Bitcoin, tad šiuo tyrumu bus siekiama susikoncentruoti į mažiau ištirtas sritis.

Darbo naujumas. Kriptovaliutos, kurios dėmesio susilaukė tik prieš keletą metų, laikomos viena iš svarbiausių šių laikų finansinių inovacijų. Tai yra revoliucinė priemonė, kuri dar nėra ištyrinėta, tačiau pakankamai patraukli investuotojams. Nėra vieno ir aiškaus atsakymo kaip vienos ar kitos kriptovaliutos įtakojo portfelio rezultatus ir kokią portfelio dalį jos turėtų užimti optimizuojant portfelį pagal investuotojo tikslus ir rizikos toleranciją.

Darbo problema. Ar į investuotojo optimalų investicinį portfelį, atsižvelgiant į investicinius tikslus ir rizikos tolerancijos lygį, reikia įtraukti kriptovaliutas ir jei taip – kokias?

Darbo objektas. Kriptovaliutos, kaip investicinė priemonė, įtraukta į diversifikuotą portfelį.

Darbo tikslas. Nustatyti ar kriptovaliutos turtėtų būti įtrauktos ir kokią dalį turėtų užimti diversifikuotame investiciniame portfelyje, atsižvelgiant į investuotojo tipą.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti literatūrą ir apibrėžti kriptovaliutų sampratą bei pagrindines savybes.
2. Remiantis atliktais tyrimais aptarti kriptovaliutas kaip investicinę priemonę, bei palyginti jas su kitomis tradicinėmis investicijomis.
3. Nustatyti metodus bei surinkti duomenis, kurie bus naudojami ieškant optimalaus investicinio portfelio pagal investuotojų grupes.
4. Išsiaiškinti ar į diversifikuotą investicinį portfelį turėtų būti įtrauktos kriptovaliutos ir jei taip – kokios ir kokią dalį užimtų portfelyje.
5. Atlikus tyrimą apžvelgti jo išvadas ir pateikti galutinį rezultatą bei rekomendacijas.

Darbo metodai. Siekiant išsiaiškinti ar kriptovaliutos turi būti įtrauktos į optimalų investuotojo portfelį, darbe, išanalizavus literatūrą, naudojama koreliacija bei kovariacija nustatyti

ryšį tarp įvairių investicinių priemonių. Toliau, naudojant H. Markowitz portfelio teoriją bei Šarpo rodiklį rizikai įvertinti, sudaryti investiciniai portfeliai ir ištirtas kriptovaliutų poveikis kiekvienam iš jų. Portfelio rezultatams apibendrinti naudojami Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfa ir Informacijos rodikliai bei lyginamoji analizė.

Darbo struktūra. Šis baigiamasis darbas suskirstytas į tris dalis. Pirmoji skirta teoriniam tyrimo aspektams analizuoti, pasitelkiant literatūros apžvalgą. Apžvelgiama pagrindinio tyrimo objekto – kriptovaliutų – samprata, pagrindinės charakteristikos, privalumai bei trūkumai, taip pat aptariama modernioji portfelio teorija, kuri bus taikoma tolimesniame darbe bei jau atlikti tyrimai pasirinkta tema. Antrojoje dalyje aptariama tyrime naudojama metodika, iškeltos hipotezės bei išskirti pagrindiniai tyrimo apribojimai bei šioje dalyje apžvelgiami toliau naudojami turto alokacijos modeliai. Trečia dalis – optimalių portfelio formavimas bei jų vertinimas atsižvelgiant į investuotojų grupes, suskirstytas pagal investavimo strategijas bei rizikos priimtimumo lygį. Pabaigoje aptariami empirinio tyrimo rezultatai bei pateiktas iškeltų hipotezių patvirtinimas arba paneigimas.

1. KRIPTOVALIUTŲ ĮTRAUKIMO Į PORTFELĮ BEI JO OPTIMIZAVIMO TEORINIAI ASPEKTAI

1.1. Kriptografinės valiutos ir jų rinka

Kripto valiuta, sukurta naudoti kaip mainų priemonė, tapo alternatyva klasikinei fiat valiutai. Idėja atnešti pinigus iš fizinės į skaitmeninę sritį buvo tiriama nuo 1990-ųjų, daug kartų bandant sukurti skaitmenines grynųjų pinigų sistemas. Per daugelį metų keli tyrėjai bandė įdiegti elektroninę valiutą, atjungtą nuo bankų sistemos, tačiau nė vienas iš šių projektų nebuvo sėkmingas iki 2009 metų – kriptografinės valiutos sukūrimo. Po Bitcoin sekė daugybė kitų kripto valiutų, kai kurios iš jų yra labai panašios į ją, o kitos pasižymi skirtingu konsensuso mechanizmo įgyvendinimu, tačiau visoms būdinga naudoti blokų grandinę. Toliau išsamiau aptarta šios finansinės inovacijos samprata bei skirtingas požiūris į ją.

1.1.1. Kripto valiutos samprata

Spartėjant finansinių technologijų plėtrai, mokėjimai tampo vis labiau automatizuoti ir skaitmenizuoti, dėl ko atsirado poreikis keisti tradicinius, materialios formos pinigus. Nuo 1990 metų, kai internetas bankininkystėje tapo vis svarbesnis, dauguma didžiųjų bankų siekė sukurti tinkamai veikiančią skaitmeninių pinigų sistemą (Stalder, 2002). Atsiradusi alternatyvi skaitmeninės valiutos forma tapo priemone, sujungiančia tradicinių pinigų bruožus su elektroninių mokėjimo operacijų patogumu (Gilbert ir Loi, 2018). Skaitmeniniai pinigai, arba skaitmeninė valiuta, tai bet kokios mokėjimo priemonės, kurios turi grynųjų pinigų ekvivalentą, tačiau yra saugomos grynai skaitmenine forma (Dodgson ir kt., 2015). Šie pinigai neturi jokios materialios formos, kaip kad turi banknotai ar monetos. Jie apskaitomi ir perduodami kompiuteriuose naudojant elektroniniu kodu bei algoritmus. Skaitmeniniai pinigai dematerializuoja ekonomines operacijas (mokėjimus, pavedimus, sąskaitas) ir perkelia jas į elektroninę erdvę. Būtent dėl to operacijos tampa daug greitesnės, pigesnės ir labiau paplitusios. Virtualios valiutos turi įvairias formas, tokias kaip valiutos, naudojamos mažmeninių prekybos organizacijų, kaip kad parduotuvėse dažnai naudojami lojalumo taškai ar kompiuterinių žaidimų platformose naudojami pinigai. Nepaisant to, skaitmeninės valiutos naudojamos ne tik atsiskaitymui už prekes ir paslaugas, tačiau tarnauja ir kaip kaupimo, taupymo bei investavimo priemonės (Subačius ir Subačienė, 2019).

Vienas iš šių laikų fenomenų, įtakotas globalizacijos bei technologinės pažangos, ir kuris sulaukia didžiulio dėmesio kalbant apie finansinę technologijas, yra kriptovaliuta. Tai yra skaitmeninės valiutos pogrupis (Baur et al., 2015), tačiau per pastaruosius metus ji tapo svarbia skaitmeninė valiutos rūšimi. Skirtingai nuo kitų nematerialių valiutų, kurios gali būti išleidžiamos centralizuotai, cirkuliuoti bendruomenėje ar geografinėje vietovėje arba susieitos su fiat valiuta ar organizacija, kuri jas išleidžia, kriptografinė valiuta turi kiek kitokias charakteristikas (Lee, Guo ir Wang, 2018).

Kalbant apie kriptografinės valiutos sąvoką, nėra vieno standartinio jos apibrėžimo. Remiantis 1 lentele, kurioje pateikti skirtingų autorių kriptovaliutų apibūdinimai, galima išskirti bendrus šios finansinės inovacijos aspektus.

1 lentelė.

Kriptovaliutų samprata

Šaltinis	Apibūdinimas
Vejačka, 2014	Kriptovaliutą galima laikyti skaitmenine mainų priemone, paremta kriptografijos principais, leidžiančiais užtikrinti saugias, decentralizuotas ir paskirstytas ekonomines operacijas.
Farell, 2015	Kriptovaliuta yra virtualių monetų sistema, veikianti panašiai kaip standartinė valiuta, leidžianti vartotojams virtualiai mokėti už prekes ir paslaugas be jokios centrinės institucijos pagalbos.
Soava, Mehedintu, Sitnikov, 2016	Globalizacijos laikotarpiu siekiama patogesnio, saugesnio bei greitesnio atsiskaitymo apsipirkinėjant internetu, todėl siekiant pakeisti apčiuopiamus grynuosius pinigus buvo sukurta virtuali valiuta. Kriptovaliuta – modernia technologija paremta skaitmeninė valiuta, kuri nėra apčiuopiama. Tai yra slaptas kodas, kurį viena šalis perduoda kitai per tinklo programinę įrangą, pagrįstą viešaisiais kriptografiniais slaptažodžiais.
Chohan, 2017	Kriptografinę valiutą galima laikyti skaitmeniniu turtu, sukonstruotu veikti kaip mainų priemonė, paremta kriptografijos technologija, siekiant apsaugoti operacijų srautą bei kontroliuoti papildomų valiutos vienetų kūrimą.
Krafft, Penna ir Pentland., 2018	Kriptovaliutos yra naujo tipo skaitmeninis turtas, veikiantis kaip valiuta, pasitelkiant ne centralizuotą valdžią, o paskirstytus kriptografinius protokolus.
Nasir ir kt, 2019	Evoliucinės finansinės ir technologinės naujovės atvedė žmoniją į kriptovaliutų amžių. Kriptografinė valiuta – tai turtas, egzistuojantis tik elektroninėje erdvėje, sukurtas operacijų tikslais.

Šaltinis: parengta autorės, remiantis lentelėje nurodytų autorių darbais.

Vienas iš tiriamojo objekto bruožų – tai skaitmeninis turtas, kuris egzistuoja tik elektroninėje erdvėje ir yra perduodamas tik virtualiu būdu. Taip pat kriptovaliutos sukurtos remiantis kriptografinė technologija ir naudojamos kaip mainų priemonė, palengvinanti operacijas bei atsiskaitymus už prekes ir paslaugas internetinėje erdvėje. Be to, kriptovaliuta nėra reguliuojama jokio centrinio banko ar kitos institucijos. Pagrindiniai kriptovaliutų atsiradimo veiksniai, kaip teigia Subačius ir Subačienė (2019), yra tokie, kaip technologijos pažanga, kuri suteikia platesnes naujų inovacijų panaudojimo galimybes bei leidžia greičiau ir saugiau atlikti įvairias užduotis ar politinė ekonomika, kada vyriausybė kontroliuoja tradicines valiutas, tad atsiranda poreikis nepriklausomų valiutų iškilimui, kurios, savo decentralizacija sukurtų laisvą tarptautinę apyvartą. Taip pat svarbus veiksnys yra aplinkosauga, kadangi siekiant sumažinti sunaudojamus resursus, kurie yra riboti, atsiranda poreikis ieškoti alternatyvų (skaitmeninių resursų). Nepaisant to, šiais laikais finansinės paslaugos yra gan brangios, o kiekvienam subjektui yra svarbios išlaidos, kurios siekiama, kad būtų kuo mažesnės bei duomenų saugumas. Kriptovaliutos, nenaudodamos operacijoms finansinių tarpininkų bei personalizuotos informacijos, užtikrina pigesnes finansines paslaugas ir aukštą informacijos saugumo lygį. Be to, šiuolaikiniams žmonėms svarbu išgauti kuo daugiau naudos iš to, ką turi, tad skaitmeninės valiutos, priešingai nei tradicinės, sukuria spekuliacijos galimybę ir platesnį šio virtualaus turto panaudojimą.

Kalbant apie kriptovaliutų sampratą, už jos veikimo principo slepiasi blokų grandinės, arba *blockchain*, technologija – paskirstytų duomenų technologija, kuri išsaugo operacijų įrašus. Ji naudoja kriptografinius ir algoritminius metodus, kad sukurtų ir patvirtintų nuolat augančią duomenų struktūrą, kuri yra vadinama „operacijų blokais“ (The World Bank, 2018). Blockchain, kaip ir internetas, yra atvira, pasaulinė infrastruktūra, leidžianti tiek juridiniams tiek fiziniams asmenims, be tarpininkų pagalbos, atlikti įvairias operacijas, taip sumažinant kaštus ir sandorių apdorojimo laiką (Underwood, 2016). Kalbėdamas apie blokų grandinių technologijos pritaikymą, Umeh (2016) išskyrė kriptovaliutas. Ši blokų grandinės pritaikymo galimybė apima pavedimų ir mokėjimų atlikimą bei patikimas operacijas tarp nežinomų šalių, už nežinomą kainą ir be jokių tarpininkų naudojant skaitmeninę valiutą. Kriptovaliutos yra gan panašios į tuos pinigus, kuriuos laikome savo banko kortelėse. Pirmoji kriptografijos technologija paremta valiuta, eCash, buvo centralizuota sistema sukurta DigiCash korporacijos, po kurios sekė ir kitų valiutų atsiradimas, tačiau pirmaisiais savo egzistavimo metais, nepaisant įvairių komercijos pastangų, kriptografinės valiutos nepasiekė plačios auditorijos ir nebuvo tokios žinomos bei populiarios. Vis gi, po 2008 m. pasaulinės finansų krizės, kai visuomenės pasitikėjimas bankais itin sumažėjo ir buvo pradėta ieškoti naujų atsiskaitymo ir investavimo priemonių, susidomėjimas kriptografinėmis valiutomis

ženkliai išaugo. 2008 m. pasirodęs nežinomo asmens, pasivadinusio Satoshi Nakamoto, straipsnis apie skaitmeninę valiutą Bitcoin, sukėlė sąmyšį finansų rinkoje ir kriptografinės valiutos pagaliau sulaukė didžiulio dėmesio ir susidomėjimo (Lee, Guo ir Wang, 2018). Kaip įvardino pats Nakamoto (2008), Bitcoin naudoja blockchain technologiją kaip visuomeninį tinklą visiems sandoriams saugoti ir schemą, vadinamą atlikto darbo įrodymu (angl. *Proof-of-Work*), kad išvengtume centrinės institucijos ar serverio poreikio žymėti įvykdytas operacijas.

Su augančiu populiarumu kriptografinių valiutų rinka tampa vis prieinamesnė trumpalaikiams investuotojams ir vis dažniau moksliniuose straipsniuose galime perskaityti, kad kriptografinė valiuta labiau priskiriama prie, ir vertinama kaip, alternatyvi turto klasė, o ne valiuta. Pasak Urquhart (2016), tikimasi, kad kriptografinių valiutų rinka laikui bėgant bus vis labiau efektyvesnė ir pritrauks dar daugiau investuotojų.

Rinkos augimą įrodo tiek bendras kriptovaliutų skaičius, kuris, pagal Coinmarketcap duomenis, nuo 2008 m., kuomet atsirado Bitcoin, išaugo iki 8628 (žiūrėta 2021 m. gruodžio 22 d.), tiek bendro kriptografinių valiutų rinkos kapitalizacijos augimas, matomas 1 paveiksle. Kriptografinių valiutų analitikai rinkos kapitalizaciją apskaičiuoja virtualių valiutų kainą padauginus iš monetų skaičiaus rinkoje.

1 paveikslas.

Bendros kriptografinių valiutų rinkos kapitalizacijos pokyčiai 2015 – 2021 m.



Šaltinis: parengta autorės pagal Coinmarketcap duomenis

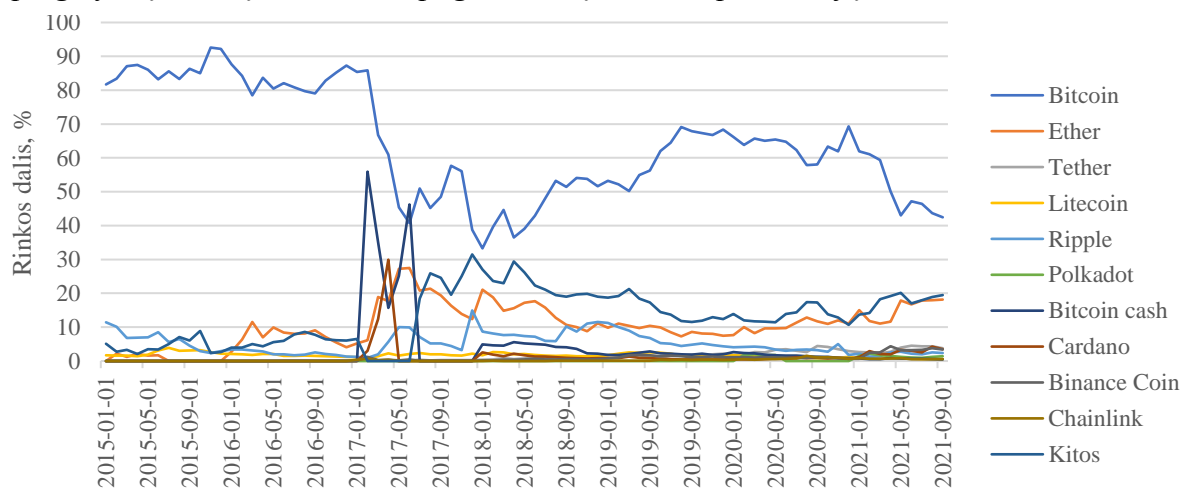
Pagal pateiktą grafiką matome, kad kriptografinių valiutų rinka 2015 – 2021 m. ženkliai išaugo – nuo 3,18 mlrd. Eur 2015 m. sausio 31 d. ji pakilo net iki 1619,80 mlrd. Eur 2021 m. rugsėjo 30 d. Staigus augimas prasidėjo nuo 2017 metų, kai „CME Group“, didžiausia išvestinių finansinių priemonių birža pasaulyje, paskelbė, kad iki metų pabaigos pradės platinti Bitcoin.

Tačiau staigus kriptografinių valiutų iškilimas sekančiais metais staigiai krito. Tai daugiausiai lėmė Bitcoin kainos kritimas, kai vien nuo 2018 m. sausio iki vasario jo kaina sumažėjo 65 %. Tam įtakos turėjo įsilaužimas į didžiausios Japonijos kriptografinių valiutų mainų įmonės „Coinchek“ sistemą. Kitos kriptografinė valiutos pasekė Bitcoin pavyzdžiu ir 2018 metų rugsėjį, lyginant su 2017 m. gruodžio 31 d. bendra rinkos kapitalizacija nukrito apie 80 %. Tačiau nuo 2019 m. kriptografinių valiutų rinka atsigavo ir 2020 m. pasiekė dar neregėtas aukštumas – rinkos kapitalizacija per pastaruosius metus išaugo daugiau nei 200 %. Daugelis ekonomistų tokį staigų kriptografinių valiutų iškilimą laiko besiformuojančiu finansiniu burbulu. Kritimą 2021 m. balandį – liepą įtakojo pagrindinių Bitcoin kasybos įmonių Kinijoje užsidarymas, tačiau rinka neilgai trukus atsigavo.

Žvelgiant į rinkos kapitalizaciją pagal atskiras valiutas (2 paveikslas) galima daryti aiškia išvadą, kad didžiausią rinkos dalį penkerių metų laikotarpyje užima iki šiol vis dar populiariausia ir pirmąją kriptografinę valiutą laikoma Bitcoin. 2015 – 2016 m. ji užėmė apie 70 – 80 % rinkos lyginant su bendra rinkos kapitalizacija, tačiau 2017 m. šie skaičiai smarkiai krito. Tai įvyko dėl to, kad Bitcoin buvo padarytas į dvi dalis – originalųjį Bitcoin ir Bitcoin Cash, kurio staigus iškilimas matomas grafike.

2 paveikslas.

Kriptografinių valiutų rinkos dalis pagal bendrą rinkos kapitalizaciją 2015 – 2021 m.



Šaltinis: parengta autorės pagal Coinmarketcap duomenis

Taip pat didelę rinkos dalį analizuojamu laikotarpiu užima ir tokios kriptovaliutos kaip Ether, Tether, Litecoin bei Ripple, kurios ir šiandien susilaukia daugiausia vartotojų dėmesio. Taip pat galima atkreipti dėmesį ir į paskutiniuosius metus. Bitcoin 2021 m. pradėjo turėdama 70% rinkos, tačiau ilgainiui tai sumažėjo iki mažiau nei 40 %. Pagrindinės to priežastys – žmonių susidomėjimas Bitcoin alternatyvomis ir didėjantis Ether populiarumas.

Apibendrinant galima teigti, kad viena iš finansinių technologijų, kriptografinės valiutos, susilaukia vis daugiau dėmesio pasaulyje. Labiausiai pastaraisiais metais jomis yra suinteresuoti investuotojai, kurie kriptografines valiutas noriai įtraukia į investicinę portfelį kaip alternatyviąją turto klasę siekdami dar didesnės diversifikacijos, pelno ir norėdami sukontroliuoti infliacijos įtaką portfelio teikiamai grąžai.

1.1.2. Kriptografinių valiutų privalumai, trūkumai ir ateities perspektyvos

Į kriptovaliutą, kaip investicinę priemonę, vis dar žiūrima gan skeptiškai ir manoma, kad ši skaitmeninio turto forma gali būti paveikta paslėptos rizikos (Liew ir kt., 2019). Kadangi ši turto klasė yra dar nauja daugelis investuotojų, kurie daugiausia remiasi tradicinėmis turto klasėmis, nėra linkę į naujų investicijų paiešką, o ypač į tokių, kurių poveikis investiciniam portfeliui dar nėra gerai išanalizuotas. Dėl šios priežasties turime apibrėžti kokios yra kriptografinių valiutų teigiamos ir neigiamos savybės. Taigi, visų pirma, kriptografinė valiuta turi nemažai privalumų, dėl kurių ji turėtų būti apsvarstyta kaip vienas iš diversifikuoto investicinio portfelio sudedamųjų dalių. Pasak Bunjaku, Gjorgieva – Trajkovska ir Miteca – Kacarski (2017), kriptografinė valiutos pasižymi tokiais pranašumais:

1. Mažos išlaidos. Už mokėjimus, atliekamus kriptografinėmis valiutomis, nereikia mokėti mokesčių bankams ar kitoms organizacijoms, Komisinis mokestis sudaro tik 0,1 % nuo sandorio sumos ir šie komisiniai mokesčiai atitenka kriptovaliutų „kalnakasiams“ (angl. *miners*)
2. Decentralizacija. Kriptografinių valiutų tinkle nėra vieno kontroliuojančio subjekto, kas reiškia, kad nėra valdžios, kuri sudarinėtų taisykles šio skaitmeninio turto savininkams. Taip pat, dėl decentralizacijos, kriptovaliutų savininkai neprivalo pagrįsti savo atliekamų operacijų valdžios institucijoms, todėl tai suteikia asmeninę pirkimo laisvę.
3. Operacijų greitis. Mokėjimai ir operacijos yra atliekamos per kelias minutes, todėl vienas iš pagrindinių kriptografinių valiutų ir blokų technologijos privalumų – sandorių laikas, kaip ir kaštai, yra maksimaliai sumažinami.
4. Infliacijos nebuvimas. Maksimalus žetonų skaičius yra apribotas iki 21 milijono. Kadangi nėra politinių jėgų, galinčių pakeisti šią tvarką, nėra galimybės plėtoti infliaciją.
5. Maža sukčiavimo ar netinkamo asmeninės informacijos panaudojimo galimybė. Šioje sistemoje prisijungimui ir atpažinimui yra naudojami du raktai – privatus, žinomas tik pačiam vartotojui ir viešas, kuris yra visiems prieinamas, pavyzdžiui, kriptografinių valiutų piniginės adresas, tad ši sistema yra gan apsaugota nuo asmeninės informacijos panaudojimo prieš patį vartotoją.

6. Mokėjimai atliekami kriptovaliutų sistemoje negali būti suklastoti, nukopijuoti ar išleisti dukart, todėl visa tai garantuoja sistemos patikimumą ir vientisumą.
7. Anonimiškumas. Visi mokėjimai ir operacijos atliekamos anonimiškai, kas apsaugo vartotojų asmeninę informaciją ir didina patikimumą.
8. Skaidrumas. Visų operacijų įrašai yra išsaugomi sistemoje naudojant blockchain technologiją, todėl, iškilus nesklandumams, atsiranda galimybė peržiūrėti visų operacijų istoriją.
9. Kriptografinių valiutų piniginės turėtojai gali atlikti mokėjimus bet kam, bet kur ir bet kokia suma, nėra operacijų limitų apribojimų, kas palengvina ir pagreitina atsiskaitymą už prekes ir paslaugas.
10. Likvidumas. Pagrindinės kriptovaliutos yra likvidus turtas, kadangi yra begalė internetinių svetainių, skirtų konvertuoti kriptovaliutas į kitas valiutas per labai mažą laiko tarpą. Bitcoin šiandien laikomas vienu iš likvidžiausių turtų finansų rinkoje dėl visuotinio Bitcoin biržų, prekybos platformų ir brokerių įsitvirtinimo.

Kaip matome, kriptografinės valiutos yra gera investicinė priemonė norint apsaugoti savo asmeninę informaciją, sutaupyti laiko ir išlaidų. Kadangi šio skaitmeninio turto sistema yra decentralizuota nėra jokios kontroliuojančios jėgos, kuri galėtų apriboti jos, kaip investicinės priemonės, galimybes. Tačiau nepaisant visų privalumų, kaip ir kiekviena investicinė priemonė, ši turto klasė turi ir keletą trūkumų:

1. Kintamumas. Pasak Bunjaku, Gjorgieva – Trajkovska ir Miteca – Kacarski (2017), kriptografinių valiutų vertės pakilimai ir nuosmukiai tiesiogiai siejami su šalies vyriausybės paskelbtais pranešimais. Toks kintamumas gali atnešti nemalonių pasekmių investuotojams tiek trumpuoju, tiek ir ilguoju laikotarpiu. Kriptovaliutų kainų nestabilumą daugiausia įtakoja pradedantieji investuotojai, kurie investuoja į šį skaitmeninį turtą, su pretekstu greičiau užsidirbtų pinigų. Dauguma šių investuotojų kriptovaliutas perka, kai jų kaina būna aukšta, kaip ir priklausytų tipiniam investuotojui, tačiau problema yra tame, kad kai investuotojai perka aukšta kaina – rinkos kaina krenta, o pradedantieji investuotojai turi mažą toleranciją rizikai. Šis mažas rizikos priimtimumo lygis privers nepatyrusius investuotojus išsiimti pinigus, priverčiant kainas nukristi. Drastiški kainų svyravimai yra naudingi tik patyrusiems investuotojams, turintiems laiko, žinių ir didesnę nei vidutinį finansinį turtą (Dierksmeier ir Seele, 2018).
2. Dar vienas iš kriptografinių valiutų trūkumų, kurią investuotojas turėtų įvertinti ilguoju laikotarpiu ir kurią įžvelgia Fang ir kt. (2019) – neapibrėžtumas. Nežinojimas ar ši valiuta yra tik laikino populiarumo susilaukusi skaitmeninių pinigų forma gali neigiamai paveikti

investuotojų požiūrį į šios investicijos įtraukimą į portfelį. Šis trūkumas ypač aktualus šiandien, kadangi vis garsėjančios kalbos apie kriptografinių valiutų kainų burbulą kelia nerimą tarp rinkos dalyvių ir investuotojų.

3. Sekantis trūkumas – sukčiavimas. Kaip teigia Dumitrescu (2017), nors saugumas ir buvo įvardintas kaip vienas iš kriptografinių valiutų plusų, šis tinklas nėra visiškai apsaugotas nuo sukčiavimo. Jei privatus raktas, kuris yra naudojamas prisijungiant prie kriptografinių valiutų piniginės yra pametamas arba jis yra pavagiamas, jo savininkas prarandi priėjimą prie savo pinigų. Taip pat, kadangi kriptovaliutos yra virtualus turtas, atsiranda ir kibernetinių sukčių, kurie gali bandyti programiškai neteisėtai pasisavinti turimas vartotojo kriptografines valiutas
4. Taip pat kriptovaliutos gali būti panaudojimas nelegaliai veiklai. Kadangi vis daugiau šalių priima virtualias valiutas, atsiranda didesnė galimybė nelegaliai veiklai vykdyti. Anonimiškumas bei centralizuotos valdžios nebuvimas gali būti pretekstas operacijas susieti su sukčiavimu bei neteisėta veikla, kaip kad pinigų plovimas, terorizmas ir kt. Be to, nenuoseklūs reglamentai trukdo kriptovaliutų teisėtumui ir skatina nelegalią veiklą (Kethineni ir Cao, 2020).
5. Neaiškus teisinis statusas. Daugelyje šalių kriptografinės valiutos, kaip turto klasės, teisinis statusas nėra aiškiai apibrėžtas, ginčijamas jos kaip nepriklausomos ir decentralizuotos valiutos įteisinimas (Sharma ir Sharma, 2018). Įvairiose šalyse teisinis kriptovaliutų statusas gerokai skiriasi, pavyzdžiui, JAV ar ES pripažino jų naudojimo tikslingumą ir stengiasi sukurti teisinę sistemą, tačiau tokios šalys kaip Kinija ar Rusija atmeta kriptovaliutas ir draudžia jų apyvartą. Teisinis kriptovaliutų atmetimas nesustabdo jų naudojimo proceso, tačiau neleidžia valstybėms, kurios turi tokį draudimą, dalyvauti reguliuojant kriptovaliutų naudojimo procesus (Dniprov ir kt., 2019).

Tokie kriptografinių valiutų minusai, kaip didelis kintamumas ir neapibrėžtumas, skatina atkreipti dėmesį planuojant investuoti į šią turto klasę ilguoju laikotarpiu, o centralizuotos jėgos trūkumas gali sukelti problemą kalbant apie reguliavimo priemones ir garantiją praradimų atveju.

Svarstant apie investicijas į kriptovaliutas vertėtų aptarti ir jų ateities perspektyvas. Kriptovaliutų likimas priklausys ne tik nuo technologinės pažangos, bet ir nuo socialinės bei ekonominės situacijos atskirose šalyse, taip pat nuo tarptautinių santykių išsivystymo lygio, politinių bei tiesinių reguliacinių priemonių (Sichinava, 2019). Nemažai analitikų mano, kad kriptovaliutos vis dėl to susilauks priežiūros institucijų įsikišimo, tačiau tai neturėtų apriboti jos gyvavimo ir veikimo, o kaip tik paversti kriptovaliutą pasauline valiuta, priimtina visiems, naudojama tarptautiniams atsiskaitymams ir kuriama ne tik įmonių, bet ir valstybių centrinės valdžios. Kiti

ekonomistai teigia, kad staigus Bitcoin kainų augimas yra besiformuojantis burbulas, nes jie nesutinka, kad kriptovaliutų kainų modelis yra pateisinamas arba paaiškinamas jų vidine verte, o šis burbulas gali sprogti bet kuriuo metu ir neigiamai paveikti finansinę sistemą. Cheung ir kt. (2015) atliko tyrimą ir nustatė, kad Bitcoin 2011 – 2013 m. jau patyrė tris didelius burbulus, kurie tęsėsi nuo 66 iki 106 dienų. Nėgana to, ateityje iš tūkstančių sukurtų kriptovaliutų dauguma jų gali būti tiesiog nenaudojamos, todėl renkantis į kurias iš jų investuoti turėtų būti pasitelkti prognozavimo metodai ir įvertintos jų gyvavimo galimybės. Tad, dėl šios priežasties, žvelgiant ilguoju laikotarpiu, siūloma investuoti ne į vieną, o į keletą kriptovaliutų. Tačiau nepaisant to daugelis tyrinėtojų nuomonė apie kriptovaliutų ateities perspektyvas yra gana optimistiška. Atsiranda vis daugiau būtų suvaldyti šių finansinių instrumentų didelį kintamumą, kuris atbaido dalį investuotojų. Vienas iš tokių būdų – ateities sandoriai. Sebastiano ir Godinho (2020) išanalizavo 2017 m. Čikagos valdybos akcijų biržos ir Čikagos prekių biržos išleistus Bitcoin ateities sandorius. Jų tyrimo rezultatai parodė, kad tokie ateities sandoriai yra veiksminga apsidraudimo priemonė ne tik Bitcoin, bet ir kitoms kriptovaliutoms. Iš viso to manoma, kad kriptografinės valiutos ateityje atneš daug daugiau privalumų: jos ir toliau bus traktuojamos kaip spekuliacinė priemonė, leidžianti išlošti iš rinkos svyravimų, infliacijos suvaldymo įrankis ir jos bus potenciali investicijų galimybė, ypač atsirandant rizikos suvaldymo priemonėms, kadangi kriptovaliutos skatins prekybą bei visa ekonomiką, pašalindamos prekybos kliūtis bei sumažindamos operacijų atlikimo laiką bei kainą.

1.1.3. Kriptovaliutos – kaip investicinė priemonė

Kadangi kriptografinė valiuta yra palyginus nauja finansinė inovacija, nėra vienos nusistovėjusios tvarkos ar ją vertinti kaip valiutą ar kaip turtą. Glaser ir kt. (2014) tyrime nustatė, kad nauji kriptografinių valiutų vartotojai Bitcoin traktuoja daugiau kaip turtą, o ne kaip valiutą. Jie tai argumentuoja faktu, jog Bitcoin gražia reaguoja į naujienas, susijusias su šia skaitmenine valiuta. Pritariant šiai nuomonei Noori ir Yimga (2020) taip pat įvardijo kriptovaliutas kaip alternatyvų investicinį instrumentą, naudojamą investuotojų, kurie nori pasipelnyti iš kainų svyravimų. Kitame tyrime White ir kt. (2020) nustatė, kad kaip valiuta Bitcoin neveikia kaip atsiskaitymo priemonė ir ši kriptografinė valiuta labiau veikia kaip rizikinga turto klasė, turinti didelį koreliaciją su išvestinių priemonių indeksu ir atvirkštinį ryšį su pagrindine valiuta. Taip pat Holovatiuk (2020) kokybiniais ir kiekybiniais metodais ištyrė kriptografinių valiutų panašumus su turto klasėmis. Dauguma savybių, tokių kaip stabilus agregavimas, vidinis homogeniškumas ar vidinis heterogeniškumas, buvo pateisinti, kas įrodo, kad teisingiau kriptografinės valiutas traktuoti kaip turto klasę, o ne kaip valiutą. Išanalizavus Bitcoin Baur, Hong ir Lee (2015) nustatė, kad ji gali būti naudojama ne tik kaip mainų priemonė, bet ir kaip turtas ar investicija. Bitcoin

gražos savybės skiriasi nuo tradicinių turo klasių, jie nekoreliuoja tarpusavyje su akcijomis, obligacijomis ir kitomis investicinėmis priemonėmis, todėl tai suteikia didesnę diversifikavimo naudą. Taip pat nustatyta, kad Bitcoin dažniausia naudojamas kaip spekuliacinis instrumentas, o ne kaip alternatyvi valiuta. Įsigilinus į šios kriptografinės valiutos viešąją sistemą pastebėta, kad maždaug trečdalį Bitcoin laiko investuotojai, kurie tik juos gauna, bet nesiunčia kitiems, t. y. jie nenaudoja šios kriptovaliutos kaip mainų priemonės sandoriams, o laiko juos investavimo tikslais. Svarstant ar kriptovaliutą laikyti investicija ar spekuliacine priemone Baek ir Elbeck (2015) teigė, kad svarbu atsižvelgti į investuotojo norą rizikuoti. Jų atliktas tyrimas parodė, kad Bitcoin yra spekuliacinė priemonė, tačiau jei jo naudojimas išaugs, tai tikėtina sumažins jo nepastovumą ir pritrauks rinkos dėmesį, o tai parodo, kad kriptovaliuta taps labiau subalansuota vidaus ir išorės investicine priemone. Bieri ir Ankenbrand (2018) atlikę tyrimą rado įrodymų, kad kriptovaliutos atitinka daugumą reikalavimų kaip nepriklausoma turto klasė. Pasak autorių pagrindiniai jų skirtumai nuo tradicinių turto klasių yra nauja technologija ir decentralizuotas valdymas, kas parodo stabilią kriptovaliutų rinkos sudėtį. Nepaisant naujų technologijų, kriptovaliutos skiriasi ir savo finansiniais rodikliais: investicijos į šiuos finansinius aktyvus pasižymi palyginti dideliu nepastovumu, kurį kompensuoja didelė laukiama grąža, be to žema koreliacija su akcijomis, obligacijomis, žaliavomis bei valiutų kursais sukuria diversifikavimo potencialą. Taigi, iš šių tyrimų matome, kad kriptografinė valiutos dėl savo naujumo ir mažo ištyrimo lygio dar nėra aiškiai priskirtos nei prie valiutų, nei prie turto klasių, tačiau mokslininkų manymu šie finansiniai instrumentai atitinka daugumą nepriklausomos turto klasės reikalavimų ir gali būti traktuojamos kaip atskira turto klasė ar alternatyvi investicija.

Taip pat svarbu paminėti kriptovaliutos vertės nustatymą. Investuotojai siekia nusipirkti pigiau, tačiau gauti daugiau, tai yra siekia įsigyti investicijų žemesne kaina, nei jos iš tikrųjų vertos. Daugumos aktyvų vertė yra aiškiai apibrėžta – materialaus turto pagrindinė vertė dažniausiai yra ir jo tikroji vertė, tačiau nematerialiojo turto vertės nustatymas reikalauja daugiau tyrimų ir žinių. Kadangi kriptovaliutos yra pagrįstos blokų grandinės technologija ir programavimo kodu, sunku nustatyti jos tikrąją vertę. Apskritai kyla klausimas, kaip neapčiuopiamas skaitmeninis subjektas, neturintis centrinės valdžios, suteikiančios jam vertę, gali ją turėti. Mokslininkų nuomonė šiuo klausimu yra labai įvairi. Yermack (2013) teigia, kad kriptovaliutos neturi savo tikrosios vertės, o jų dabartinė rinkos vertė priklauso nuo jų naudingumo ekonomikoje, kadangi kriptovaliutų kainų svyravimas, išreikštas tam tikra valiuta, yra labai didelis ir jos kaina gali labai skirtis įvairiose biržose. Tuo tarpu Hayes (2015) pareiškė priešingą nuomonę apie Bitcoin ir kitas kriptovaliutas. Autoriaus nuomone, kriptografinės valiutos turi tikrąją vertę, nors ir virtualią, kurios negalima palyginti su materialia tikrąją verte, kurią turi, pavyzdžiui,

taurieji metalai, kaip kad auksas. Jis teigia, kad pagrindinis kriptovaliutų vertės rodiklis yra gamybos sąnaudos. Kuo kriptovaliutos „kasyba“ yra pigesnė, tuo valiutos vertė bus mažesnė. Šiai nuomonei taip pat pritaria Garcia ir kt. (2014), tvirtindamas, kad kriptovaliutų gamybos sąnaudos gali turėti reikšmės siekiant išsiaiškinti jų tikrąją vertę. Woo ir kt. (2013) tiki, kad Bitcoin kaip ir kitos kriptovaliutos turi tikrąją vertę, kadangi jų savybės, tokios kaip mainų bei vertės kaupimo priemonė, yra panašios į pinigų savybes. Tuo tarpu Van Alstynne (2014) kriptovaliutų vertės šaltiniu laiko technologinę vertę sprendžiant dvigubų išlaidų problemą, tačiau jis taip pat teigia, kad pačios savaime kriptovaliutos nesukuria vertės. Polasik ir kt. (2015) padarė išvadą, kad Bitcoin vertė priklauso nuo jo populiarumo ir jo poreikio vartotojams. Tyrimui buvo pasitelkta „Google“ paieškos rezultatai, kurie, tikinama, yra labai reikšmingi vertinant kriptovaliutų kainą. Kaip ir kitų turto klasių, taip ir kriptovaliutų vertė priklauso nuo daugelio kintamųjų. Bouolyour et al. (2015) taip pat siekė nustatyti Bitcoin vertės formavimo aspektus. Iš gautų išvadų atskleidžiama, kad Bitcoin vertę daugiausia lemia trumpalaikiai svyravimai ir ilgalaikė augimo tendencija. Dar vieną nuomonę apie kriptovaliutų vertę pateikė Garcia-Monleon, Danvi-del-Valle ir Lara (2021), kurie ją sieja su sukuriamu naudingumu. Taigi, literatūroje nėra vieno bendro sutarimo, kas konkrečiai formuoja jų vertę, tačiau sutariama, kad kriptovaliutų kainą įtakoja tiek techniniai, tiek abstraktūs veiksniai, kaip kad gamybos, konkrečiau „kasybos“ išlaidos ar žiniasklaida bei inovacijų potencialas. Tai svarbu suprasti svarstant įtraukti kriptovaliutas į investicinį portfelį ir bandant nustatyti jų būsimus kainų pokyčius.

Nuo 2008 metų kriptografinių valiutų skaičius ženkliai išaugo. Remiantis Coinmarketcap duomenimis 2021 m. gruodžio 22 d. visame pasaulyje buvo 8628 skirtingų kriptografinių valiutų, kurių bendra rinkos kapitalizacija buvo įvertinama 1,944,256,115,700.00 €. Pagrindinės kriptografinės valiutos, kurios rinkoje užima didžiausią dalį ir kurios bus analizuojamos tolimesniame tyrime yra Bitcoin, Ether, Ripple ir Litecoin. Toks didelis skaitmeninių valiutų populiarumas pradėjo traukti investuotojų dėmesį bei galimybes įtraukti šią investicinę priemonę į savo portfelį, todėl būtina aptarti penkias didžiausias rinkos dalį užimančias kriptografines valiutas (aptariamąsias kriptografinės valiutos išdėstytos pagal rinkos kapitalizaciją).

1. Bitcoin (BTC). Bitcoin buvo pasiūlytas asmens ar grupė asmenų pasivadinusiu pseudonimu Satoshi Nakamoto 2008 m., išleidusių straipsnį „*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash system*“. Bitcoin yra pirmoji pasaulyje visiškai decentralizuota kriptografinė valiuta, kuri kartu su savimi išpopuliarino blockchain technologiją (Brito, Castillo, 2013). Bitcoin išradimas taip pat yra revoliucinis, kadangi pirmą kartą dvigubų išlaidų problemą galima spręsti be trečiosios šalies. Bitcoin tai daro per blokų grandinės technologiją. Kalbant apie šios kriptografinės valiutos augimą, galima sakyti, kad ji yra ne

tik pirmoji, bet ir vis dar pagrindinė iš visų skaitmeninių valiutų. Jos rinkos vertė lyginant su kriptografinių valiutų rinka yra daugiau nei 818,95 mlrd. Eur.

2. Ether (ETH). Ethereum platforma buvo sukurta „Bitcoin magazine“ programuotojo Vitalik Buterin 2015 m, Ethereum yra decentralizuota atvirojo kodo blockchain sistema, turinti savo kriptografinę valiutą „Ether“ ir ją galima laikyti išmaniųjų sutarčių (angl. *smart contracts*) platformos idėją. Pagrindinis skirtumai, kuo ši kriptografinė valiuta skiriasi nuo Bitcoin yra greitis. Lyginant su Bitcoin aptariamoje sistemoje blokas patvirtinamas ir jam maišos vertė yra priskiriama per 10 minučių, kol Ethereum visa tai atlieka per 14 sekundžių (Ethereum, 2020). Ether yra antra pagal rinkos kapitalizaciją po Bitcoin su netgi 420,12 mlrd. Eur rinkos verte.
3. Ripple (XRP). Tai yra ir kriptografinė valiuta, paremta skaitmeninio mokėjimo protokolu, naudojant atvirojo kodo mokėjimo tinklą, kurį sukūrė Chris Larsen ir Jedo McCalebo. Ši kriptografinė valiuta veikia panašiai kaip ir Bitcoin, bet priešingai nei ji, pagrindinis technologijos tinklas priklauso įmonei, o tai reiškia, kad išoriniai asmenys, nepriklausantys tai įmonei, negali jo tvirtinti. Ripple sistema ypatinga tuo, kad ją naudojant mokėjimai gali būti pervesti bet kokia forma. Sistema leidžia atlikti mokėjimus tiek doleriais, eurais, svarai, tiek ir kitomis kriptografinėmis valiutomis (Takashima, 2018). Pagal rinkos kapitalizaciją, Ripple vertė yra 40,08 mlrd. Eur.
4. Litecoin (LTC). Šią kriptografinę valiutą išrado Google darbuotojas Charles Lee 2011 m. (McMillan ir Robert 2013). Pagrindinis sistemos principas yra labai panašus į Bitcoin, tačiau bloko sugeneravimo laikas yra trumpesnis – 2,5 minutės (Litecoin, 2020). Šios valiutos kapitalizacija yra įvertinta 9,96 mlrd. Eur.

Šios aptartos populiariausios kriptovaliutos savo veikimo principu yra gana skirtingos. Pagal rinkos kapitalizaciją matome, kad Bitcoin vis dar išlieka pagrindine kriptovaliuta rinkoje, kuri sulaukia didžiausio investuotojų dėmesio. Tačiau dėl šiek tiek skirtingų veikimo principų investuojant svarbu apsvarstyti ir kitų kriptovaliutų įtraukimą į portfelį.

1.2. Portfelio optimizavimo teorija

Portfelio optimizavimas kaip procesas suteikia galimybę investuotojui lengviau pasirinkti portfelio strategijas. Investuotojai, remdamiesi rizika, turi pakeisti pusiausvyrą tarp rizikos ir investicijų grąžos. Todėl nėra vieno optimalaus portfelio, kuris patenkintų visus investuotojus. Kiekvienas investuotojas turi savo nusistatytus rizikos ir grąžos prioritetus, todėl jie turi tinkamai apibrėžti trumpalaikius ir ilgalaikius investicijų tikslus (Lukaševičius, 2013) ir išanalizuoti investicijas, norimas įtraukti į portfelį, atliekant fundamentinę ir techninę analizę (Cibulskienė ir

Grigaliūnienė, 2006) ir taip nusprendžiant ar investicinį instrumentą verta įtraukti į portfelį ar jis atneš tik praradimus. Siekiant sukurti efektyvų ir sėkmingą diversifikuotą portfelį taip pat būtina apsibrėžti ir kokiomis dalimis investiciniai instrumentai turėtų būti paskirstyti, kad būtų pasiektą maksimali grąža ir minimali rizika. Investicijų paskirstymas – investicinio kapitalo paskirstymo per įvairias turto klases – yra vertinamas kaip vienas iš svarbiausių sprendimų su kuriais susiduria investuotojai (Brown Garlappi ir Tiu, 2010). Būtent dėl šios problemos buvo pradėta ieškoti būdų, kaip suderinti grąžą su rizika, o tai padaryti pasitelkiama portfelio optimizavimo teorija.

Investicinio portfelio teorijos vystymosi pradžią galima laikyti XX a. 2 – 3 dešimtmetį. H. Markowitz laikomas moderniosios portfelio teorijos pradininku, kuris 1952 m. paskelbęs savo straipsnį „*Portfolio selection*“ tapo pirmuoju, pavartojusiu terminą „portfelio rizika“. Taip pat šiuo darbu buvo išanalizuotas ir pasiūlytas portfelio diversifikavimo principas, kuris padėtų sumažinti laukiamo pelningumo standartinę nuokrypį (Tvaronavičienė ir Michailova, 2004), bei šis mokslininkas pirmasis pasiūlė sąvoką „efektyvus portfelis“, kuri apibūdina portfelį, kuris generuoja mažiausią riziką esant tam tikram pelningumui ir atvirkščiai – didžiausią pelningumą esant tam tikram rizikos lygiui (Cibulskienė ir Grigaliūnienė, 2007). H. Markowitz laukiamo pelningumo nustatymui naudoja aritmetinį praeities laikotarpių grąžos vidurkį, o rizikos matavimui šiame modelyje mokslininkas pasiūlė naudoti standartinę nuokrypį (dispersiją), kuri atspindi duomenų sklaidą apie vidurkį ir yra naudojama įvertinti vertybinių popierių grąžos kintamumui (Brazauskas, 2018). Kitaip tariant pagrindinė šio modelio idėja yra atskiro turto grąža nagrinėti kaip atsitiktinius dydžius ir priimti laukiamos grąžos bei dispersijos vertę, kad būtų galima kiekybiškai įvertinti grąžos ir investavimo riziką (Zhang ir kt., 2018). Kadangi investuotojai sudarinėdami savo investicinį portfelį siekia vienu metu suderinti du vienas kitam prieštaraujančius dalykus (maksimalų laukiamą pelną ir minimalią riziką) atsiranda portfelio diversifikavimo būtinybė – rizikos mažinimo koncepcija, kuri apima investicijų paskirstymą tarp įvairių finansinių priemonių, pramonės šakų ir kitų investicijų kategorijų (Mangram, 2013). Remiantis Markowitz moderniąją portfelio teorija, suradus optimalius portfelius iš visų portfelio aibės, kiekvienas investuotojas gali pasirinkti jam optimalų portfelį pagal kiekvienam priimtina rizikos laipsnį (Marcišauskienė, Balinskienė ir Vilimė, 2015).

Modernioji portfelio teorija suformavo keletą svarbių prielaidų apie investuotojus ir rinką (Markowitz, 1952). Visų pirma investuotojai yra racionalūs (siekia maksimizuoti laukiamą grąžą minimizuojant riziką). Taip pat investuotojai yra linkę prisiimti didesnę riziką tik tada, kai ji yra kompensuojama didesne grąža. Kita prielaida - investuotojai laiku gauna visą reikalingą informaciją susijusią su investavimo sprendimu. Taip pat jie gali pasiskolinti arba skolinti neribotą kapitalo kiekį su nerizikinga palūkanų norma. Kalbant apie rinką ji laikoma visiškai efektyvia ir

joje nėra jokių sandorio išlaidų ar mokesčio. Paskutinė prielaida teigia, kad formuojant investicinį portfelį galima pasirinkti vertybinius popierius, kurie nepriklauso nuo kitų investicijų esančių portfelyje.

Modelis, kurį pasiūlė H. Markowitz, yra klasikinis ir lengviausiai suprantamas investuotojams lyginant su kitais modeliais, kaip kad CAPM (Capital Asset Pricing Model), APM (Arbitrage Pricing Model), Balck – Litterman ir kiti. Modernios portfelio teorijos modelis daro prielaidą, kad investuotojai yra racionalūs, o rinkos efektyvios. Investuotojai Derinant skirtingas turto klases, kurių grąžą ne visai teigiamai koreliuoja, modernaus portfelio teorija siekia sumažinti bendrą grąžos dispersiją (Markowitz, 1952).

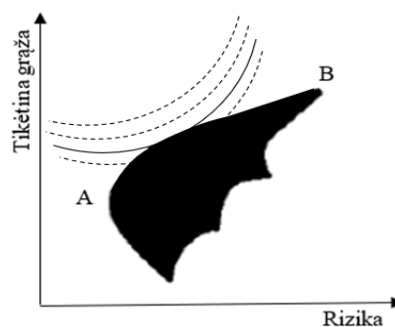
Pagal portfelio optimizavimo modelį būtina žinoti šią informaciją:

1. Laukiamą kiekvieno investicinio instrumento, esančio portfelyje, grąžą (R);
2. Standartinę nuokrypį (σ);
3. Kovariaciją, kuri yra instrumentų pelningumo normų santykinis matas (Vasiliauskaitė, 2004).

Kad suderintų laukiamą grąžą ir riziką investuotojai gali pasitelkti šios teorijos sukurtą efektyviąją portfelio ribą (3 paveikslas).

3 paveikslas.

Efektyvioji portfelio aibė ir optimalaus portfelio pasirinkimas



Šaltinis: parengta autorės, pagal Rutkauskas ir Žilinskij, 2010.

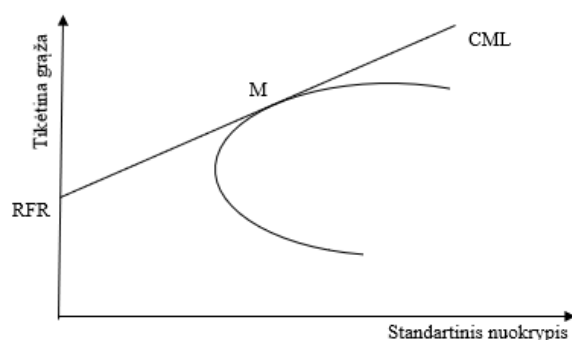
Ši riba sujungia portfelius, turinčius tam tikrą rizikos lygį, kuris užtikrina pelno vidurkių maksimumus (Cibulskienė ir Grigaliūnienė, 2007). Matome, kad efektyviąją portfelio ribą sudaro tokie portfeliai, kurie yra kreivėje AB ir visi šie portfeliai yra optimalūs. Tačiau kiekvieno investuotojo polinkis rizikuoti yra skirtingas, todėl jis, įvertinęs savo toleranciją rizikai,

optimaliam portfeliui rasti turėtų pasitelkti abejingumo kreives, o kuo aukštesniame lygyje yra abejingumo kreivės, tuo portfelis yra naudingesnis investuotojui.

Tęsiant H. Markowitz portfelio teorijos vystymą, buvo suformuotas kitas metodas, leidžiantis išplėsti rizikos ir pelningumo tyrimą bei analizuoti ne tik nerizikingus aktyvus, tačiau juos derinti kartu ir su rizikingomis investicijomis. Investuotojai gali rinktis ir nerizikingus aktyvus (*Risk – free assets*) ir būtent kapitalo rinkos teorija (CAPM) leidžia nustatyti efektyviąją portfelių aibę, kuri sudaryta iš rizikingų ir nerizikingų aktyvų ir taip tą aibę pakeisti į tiesią liniją, vadinamą turto rinkos tiese (CML) (4 paveikslas). Ši tiesė siūlo didžiausią laukiamą grąžą esant bet kokiam rizikos lygiui ir mažiausią riziką visiems numatomiems grąžos lygiams

4 paveikslas.

Turto rinkos tiesė



Šaltinis: parengta autorės, pagal Rutkauskas ir Žilinskij, 2010.

Portfelio optimizavimas grindžiamas J. Tobin atskyrimo teorema, kuri sako, kad pirmiausia investuotojas priima sprendimą investuoti į M portfelį (rizikingų aktyvų modelis, kuri turėtų rinktis visi investuotojai), o vėliau, remdamiesi priimtiniu rizikos lygiu, investuotojas priima sprendimą skolintis arba skolinti už nerizikingą palūkanų normą, siekiant tam tikro, priimtino, rizikos lygio (Rutkauskas ir Žilinskij, 2010). Optimalus portfelis rodo didžiausią numatomos grąžos rizikos faktorių, kuris yra vadinamas Šarpo rodikliu. Šis rodiklis parodo kaip gerai portfelis veikia lyginant su nerizikinga norma, matuojant atlygį už vieną rizikos vienetą

Taigi, apibendrinant galima pasakyti, kad dažniausiai literatūroje, svarstant apie optimalaus portfelio ieškojimą, remiamasi H. Markowitz portfelio ir kapitalo rinkos teorijomis, siekiant išanalizuoti diversifikuoto portfelio rizikos ir grąžos kompromisą. Būtent portfelio

optimizavimas gali užtikrinti tiek efektyvaus portfelio formavimą, tiek diversifikavimą kiekvienam investuotojui pagal jo toleranciją rizikai bei investavimo tikslus ir strategiją.

1.3. Tradicinių ir alternatyvių turto klasių skirtumai

Kadangi kriptovaliutos daugumos investuotojų yra laikomos alternatyviomis investicijomis ir investuotojai dažniausiai siekia sukurti diversifikuotą portfelį, naudodami tiek tradicines, tiek alternatyvias investicijas, svarbu suprasti pagrindinius jų skirtumus. Anksčiau, kalbant apie pagrindines investavimo priemones, pirmiausia visad būdavo paminėtos akcijos ir obligacijos. Akcijos siejama su didesniu pelningumu ilguoju laikotarpiu, o obligacijos su mažesne rizika ir apsaugojimu nuo nuostolių. Tačiau dabartinėje ekonomikos vystymosi stadijoje, kai ir obligacijos, valstybės nemokumo atveju, tampa nuostolingos, tokia investavimo sistema nebeveikia ir individualūs bei juridiniai asmenys ieško naujų investavimo galimybių. Didelis neapibrėžtumas, kuris naudojamas apibūdinti tradicinių turto klasių grąžą, makroekonominių kintamųjų pokyčiai (tokie kaip palūkanų normos padidėjimas, žaliavų kainų pokyčiai, infliacijos lygio kitimas) bei nerizikinga investicijų grąžą paskatino investuotojus atkreipti dėmesį į alternatyvias turto klases, tokias kaip žaliavos, nekilnojamasis turtas, rizikos kapitalo fondai, kriptovaliutos ir kt. Tačiau investuotojai nėra linkę tiesiog viso savo portfelio sudaryti iš alternatyviųjų investicijų, kadangi tokios investicijos, nors ir žada didesnę grąžą, tačiau reikalauja prisiimti ir didesnę riziką. Dėl šio tikslo dauguma investuotojų savo investicinius tikslus bando pasiekti derindami tradicines ir alternatyvias investicijas tarpusavyje, o kadangi pastarosios nėra susijusios su pagrindinių finansinių kintamųjų pokyčiais, jos tampa efektyviu sprendimu planuojant turto paskirstymą (Boido ir Fasano, 2009). Turto alokacija – tai investicinio kapitalo paskirstymas tarp įvairių turto klasių. Šis procesas vertinamas kaip vienas iš svarbiausių investuotojų sprendimų. Galutinis turto alokacijos tikslas yra sukurti portfelį, kuris būtų optimalus pagal iš anksto nustatytus investuotojo tikslus (Brown, Galappi ir Tiu, 2010).

Apibrėždami alternatyvias investicijas, kurios tampa vis populiariesnes priemone siekiant gauti didesnės investicinės naudos (Posner ir Weyl, 2012), galime sakyti, kad tai tokios turto klasės, kurios nuo tradicinių skiriasi šiomis ypatybėmis:

- Žema koreliacija su tradicinėmis turto klasėmis, ypač akcijomis ir obligacijomis;
- Sugebėjimas gauti didesnę grąžą, tačiau šios turto klasės patiria ir didesnę riziką;
- Investuotojų tipas: dažniausiai naudojamos aukšto rango investuotojų;
- Renkantis alternatyvias investicijas reikalingos išsamios žinios apie kiekvieną iš turto klasių (Boido ir Fasano, 2009).

Taip pat privalumas investuojant į alternatyvias investicijas yra tai, kad priešingai nei tradicinės turto klasės, tokios investicinės priemonės neturi riboto kiekio, todėl investuotojai gali įsigyti jų tiek, kiek nori, taip nepaveikiant investicinių priemonių kainos. Tačiau, kaip jau buvo paminėta, investavimas į alternatyvias priemones gali būti sudėtingas ir apimti paslėptas rizikas, apie kurias investuotojai iš pradžių gali nė nepagalvoti.

Siejant pateiktą informaciją su tyrimo objektu svarbu įvertinti tradicinių investicijų bei kriptovaliutų skirtumus. Vienas iš pagrindinių skirtumų – vertės nustatymas. Kriptovaliutų vertė daugiausiai priklauso nuo spekuliacinio dėl būsimos kriptovaliutos priėmimo tarp kitų turto klasių. Lūkesčiai, tokie, kaip kad kriptovaliutos nustelbs tokias turto klases kaip taurieji metalai ar fiat valiuta, turėtų padidinti jos vertę, tačiau investuotojai turi labai nedaug įrodymų, kad galėtų prognozuoti būsimą kriptovaliutų vertę. Taip pat, kriptografinės valiutos yra daug nestabilesnės nei tradicinės investicijos. Pavyzdžiui, Bitcoin yra daugiau nei dešimtkart nestabilesnis nei vertybiniai popieriai. Be to, dėl trumpo gyvavimo laiko (13 metų, skaičiuojant nuo 2008 m. Bitcoin atsiradimo) kriptovaliutos yra daug labiau neužtikrinta investicinė priemonė lyginant su tokiomis tradicinėmis investicijomis, kaip akcijos ar obligacijos. Taip pat, turime nepamiršti, kad tradicinės investicijos yra centralizuotos ir turi už jų valdymą atsakingas institucijas, kurios ne tik nustato joms vertę, bet ir kontroliuoja jas, taip siekiant apsaugoti sąžiningą prekybą. Tuo tarpu kriptovaliutos, kaip jau buvo minėta, neturi jokios centrinės valdžios, reguliuojančios jų rinką. Kiekvienos kriptovaliutos valdymas suteikiamas tiems, kurie ją sukūrė ir plėtoja. Kalbant apie sandorio kaštus, kriptovaliutų rinkoje Bitcoin kainų pasiūlymų skirtumas yra beveik 2 % mažesnis nei užsienio valiutų kainų skirtumas. Be to, kai kitos valiutos konvertuojamos į JAV dolerius naudojant Bitcoin, palyginti su tiesioginiu konvertavimu, sąnaudos tampa beveik 10 % mažesnės. Šis didelis išlaidų pranašumas daugiausia siejamas su paprasta Bitcoin rinkos sistemos struktūra, reikalinga prekybai valiutomis ir kitu finansiniu turtu organizuoti (Kim, 2017).

Taigi siekiant apsisaugoti nuo rizikos ir nuostolių, investuotojai formuodami investicinį portfelį dažnai diversifikuoja jį derindami skirtingas turto klases (tradicines su alternatyviosiomis), konservatyvias investicijas su vidutinio ir didelio rizikos lygio investicijomis. O kadangi kriptovaliutos turi pakankamai skirtumų nuo tradicinių investicijų, jos yra puikus įrankis portfelio diversifikavimui.

1.4. Portfelio optimizavimas pagal investuotojų tipą

Kiekvienas investuotojas turi atskirą rizikos priimtumo lygį, investavimo tikslus, elgseną bei motyvus, tad prieš pradėdant galvoti apie portfelio formavimo modelius ir investicijų pasirinkimą svarbu išsiaiškinti visus šiuos išvardintus aspektus. Pagrindinis dalykas, kurio trokšta

visi investuotojai – maksimalus pelnas, bet didžiausia grąža kartu reikalauja prisiimti ir didelę riziką, tačiau ne visi investuotojai linkę rizikuoti. Cibulskienė ir Grigaliūnienė (2007) išskyrė investuotojus, pagal polinkį rizikuoti, į tris tipus: konservatyvūs, racionalūs ir agresyvūs.

- Agresyvūs investuotojai siekia užsitikrinti maksimalų pelną esant tam tikram rizikos lygiui. Šie investuotojai yra linkę prisiimti didžiulį rizikos lygį, kad būtų gauta kuo didesnė grąža, tad kalbant apie portfelio optimizavimą, tokie investuotojai į savo portfelį turėtų įtraukti labiau kintamus instrumentus ar atkreipti dėmesį į naujas susikūrusias įmones. Agresyvūs investuotojai dažniausiai yra jaunesnio amžiaus žmonės, kuriems nuostoliai ankstyvoje investicinėje veikloje nepadarytų tokios didžiulės įtakos ateities finansiniams sprendimams.
- Konservatyvūs investuotojai elgiasi priešingai. Jie labiau suinteresuoti rizikos vengimu ir minimizavimu. Šie investuotojai renkasi mažiau kintančias, stabilesnes investicijas siekdami išvengti nuostolių, tačiau su mažesne rizika gaunama ir mažesnė grąža. Konservatyvūs investuotojai daugiausia yra vyresnio amžiaus žmonės, kurie renkasi investuoti į tokius saugius, pastovesnius, finansinius instrumentus, kaip obligacijos ar indėlių sertifikatai.
- Tuo tarpu racionalus investuotojas yra toks, kuris siekia suderinti agresyvaus ir konservatyvaus investuotojų bruožus, Racionalus investuotojas siekia maksimalios grąžos esant minimaliam rizikos lygiui. Tokie investuotojai diversifikuoja savo portfelį taip paskirstydami riziką per įvairias turto klases ir taip pasiekti didžiausią įmanomą laukiamą grąžą.

Atsižvelgiant į šio tyrimo objektą – kriptovaliutas – vertėtų pagalvoti, kurioms iš investuotojų grupių ši investicinė priemonė priimtina. Atsižvelgiant į jų kainų nepastovumą, galima iškelti hipotezę, kad ši turto klasė labiau priimtina agresyviems investuotojams, kurie pelno iš investicijų nori čia ir dabar ir renkasi trumpo laiko horizonto investicijas. Tokios nuomonės laikėsi ir Lammer ir kt. (2019), kurie pastebėjo, kad kriptovaliutų investuotojai yra aktyvūs, linkę į investavimo šališkumus ir turi rizikingus portfelius. Konservatyviems investuotojams, kurie labiau linkę į mažiau rizikingus aktyvus ir ilgo laikotarpio investicijas, kriptovaliutos bei jų kintamumas ir ateities neapibrėžtumas neturėtų tikti pagal jų investavimo tikslus, kadangi nėra aišku ar kriptovaliutos yra tik laikino dėmesio ir populiarumo susilaukusios alternatyvios investicijos, ar tai apskritai yra tik jų gyvavimo pradžia. Kalbant apie trečiąją investuotojų grupę – racionalius investuotojus – kyla klausimas ar kriptovaliutos padeda diversifikuoti investicinį portfelį bei pagerinti jo rezultatus.

Siekiant išsiaiškinti, koks portfelis labiausia tinka kiekvienam investuotojui, aptarus tris jų tipus, būtina išskirti investicinio portfelio variantus, pagal investavimo tikslus ir strategijas. Šiuos portfelio tipus pagal Saksonova ir Kuzmina – Merlino (2019) galima suskirstyti į:

- Augimo portfelis, suformuotas iš turto klasių, kurios užtikrina aukštą investuoto kapitalo augimą, tačiau yra sudarytas iš rizikingų aktyvų. Kripto valiutos, kurios yra rizikingas turtas, tačiau turi didelį potencialą augti, būtų tinkamas pasirinkimas formuojant augimo portfelį.
- Pelningumo portfelis, suformuotas iš investicinių priemonių, kurios užtikrina aukštą laukiamą grąžą. Dauguma kripto valiutų nemoka palūkanų, todėl vienas iš būdų, kaip kompensuoti jų laikymo portfelyje riziką yra iškeisti jas į fiat valiutą.
- Subalansuotas portfelis, kuris yra sudarytas iš aktyvų, užtikrinančių tam tikrą laukiamą grąžą prisiimant tam tikrą rizikos lygį.
- Likvidus portfelis, suteikiantis galimybę esant reikalui greitai parduoti investicinius instrumentus, tačiau generuojantis žemą pelningumo lygį.
- Konservatyvus portfelis, suformuotas iš mažą riziką teikiančių, patikimų turto klasių. Mažai tikėtina, kad kripto valiutos turėtų būti įtrauktos į šį portfelį dėl savo kintamumo ir rizikingumo.

Taigi, kiekviena investuotojų grupė, pagrinde, viena nuo kito skiriasi priimtinu rizikos lygiu. Agresyvūs investuotojai yra linkę rizikuoti siekdami maksimizuoti pelną, o konservatyvūs – stengiasi investuoti į mažiau kintančias finansines priemones siekdami išvengti rizikos ir finansinių nuostolių. Apibendrinus ir sujungus šių dviejų tipų savybes gaunamas trečia grupė – racionalūs investuotojai, kurie siekia gauti maksimalią grąžą esant minimaliai rizikai. Tad kiekvienas investuotojas turi įsivertinti savo galimybes ir tikslus prieš renkantis į kokias turto klases investuoti bei pagalvoti, kokį portfelio tipą pasirinkti.

1.5. Ankstesnių tyrimų, apie kripto valiutų įtraukimą į investicinį portfelį, apžvalga

Investuotojai yra visad suinteresuoti naujomis investavimo galimybėmis, kas šiuo metu yra dar palyginus nedaug ištirta ir analizuota kripto valiuta. Ši investicinė priemonė turi nemažai privalumų ir trūkumų, tačiau nepaisant to mokslininkai į šią alternatyvą tradicinėms turto klasėms žiūri gan optimistiškai. Apžvelgiant mokslinę literatūrą ir ankstesnius darbus apie portfelio optimizavimą naudojant kripto valiutas daugiausia analizuoti buvo portfeliai, kurie sudaryti tik iš kripto valiutų ir analizei naudojami klasikiniai modeliai. Taip pat svarbu pabrėžti, kad sprendžiant iš mokslinių darbų skaičiaus, trumpas kripto valiutų gyvavimo laikotarpis (dažniausiai naudojamas

5 metų laikotarpis) nesutrukdė tirti šių alternatyvų tradicinėms investicijoms poveikio investiciniam portfeliui.

Visų pirma, sudarant investicinį portfelį investuotojui svarbu nustatyti savo tikslus ir pasirinkti tinkamą turto alokacijos modelį. Liu (2019) tyrime siekė išsiaiškinti investavimo bei diversifikavimo galimybes kriptovaliutų rinkoje bei įvertinti pagrindinių turto alokacijos portfelyje modelių efektyvumą naudojant kriptovaliutas. Tyrime nustatyta, kad portfelio diversifikavimas įvairiomis kriptovaliutomis padidina Šarpo rodiklį, kas parodo geresnį portfelio rizikos valdymą. Taip pat, palyginęs šešių pagrindinių turto alokacijos modelių efektyvumą, autorius padarė išvadą, kad vidurkio – dispersijos modelis yra mažiau rizikingas, o maksimalaus naudingumo modelis užtikrina didesnę portfelio grąžą. Tačiau pagrindinis ir nepralenkiamas turto alokacijos modelis yra pagrįstas 1/N taisykle (visos turto klasės portfelyje užima vienodą dalį), lyginant pagal Šarpo rodiklį. Platanakis, Sutcliffe ir Urquhart (2018) taip pat analizavo portfelio, sudaryto iš keturių pagrindinių kriptovaliutų (Bitcoin, Litecoin, Ripple ir Dash), diversifikavimo galimybes remiantis 1/N taisykle ir Markowitz optimizavimo modeliu (optimaliu diversifikavimu). Buvo nustatyta, kad kriptovaliutų portfelio diversifikavimui tinkamas tiek 1/N taisykle paremtas modelis, tiek Markowitz optimalus modelis, kadangi portfelį, sudarytą pagal šiuos modelius, rezultatai skiriasi labai nedaug, Rizikai matuoti šiame tyrime buvo naudojamas ne tik labiausiai paplitęs Šarpo rodiklis, bet ir Omega rodiklis, kurio pagrindinis pranašumas yra tas, kad jis nereikalauja prielaidų apie pagrindinį grąžos pasiskirstymą.

Kalbant apie portfelio, sudaryto ne tik iš kriptovaliutų, tačiau ir iš kitų turto klasių, diversifikavimą, turėtume paminėti Ma ir kt., (2020) tyrimą. Pasak autorių, vykstant ketvirtajai pramonės revoliucijai, finansų rinkos taip pat tobulėja ir evoliucionuoja pabrėžiant blockchain ir kriptovaliutų atsiradimą, todėl svarbu įvertinti šių inovacijų įtaką ieškant portfelio diversifikavimo galimybių. Imant 2015 – 2019 m. laikotarpio duomenis, buvo analizuotos penkios turto klasės (kriptovaliutos, technologinių įmonių akcijos, kitų įmonių akcijos, valiutų kursai ir taurieji metalai). Iš kiekvienos turto klasės buvo sudaryti portfeliai ir naudojant tokius turto alokacijos modelius, kaip 1/N taisyklę ir Markowitz vidurkio-dispersijos modelį, lyginant juos su Šarpo rodikliu, vertinami portfelio rezultatai be įtrauktų kriptovaliutų ir su jomis. Apžvelgus į tyrimo išvadas buvo pastebėta, kad į portfelius įtraukus kriptovaliutas padidėja jų rizika, išreikšta standartiniu nuokrypiu, tačiau kartu su rizika padidėja ir portfelio grąža. Taigi, iš gautų rezultatų galima teigti, kad portfeliai, kuriuose yra įtrauktos kriptovaliutos, turi teigiamą rizikos bei grąžos santykį. Be to, kalbant apie turto alokacijos metodus, buvo pabrėžta, kad dėl kintančių kriptovaliutų grąžos ir rizikos reikšmių, 1/N taisyklė, t. y. portfelyje lygiomis dalimis paskirstytos turto klasės, ne visada suteikia optimalius portfelio rezultatus. Taip pat optimizuotas Šarpo rodiklis

parodė kriptovaliutų potencialą diversifikuojant investicinį portfelį. Be to, tyrime buvo iširtas ir diversifikavimas tik su Bitcoin ir Ether kriptovaliutomis. Rezultatai parodė, kad Ether generuoja geresnius rezultatus portfelyje negu Bitcoin, todėl galima daryti išvadą, kad svarstant investavimo galimybes dėmesio susilaukti turėtų ne tik pagrindinė vyraujanti kriptovaliuta Bitcoin, bet ir mažiau žinomos ir populiarios kriptovaliutos. Tyrimo autoriai pabrėžia, kad kriptovaliutos taip pat gerai pasirodė ir įvykus tokiam pasauliniam sukrėtimui, kaip Covid-19 pandemija, todėl rekomenduojama ir toliau tirti kriptovaliutų investicines savybes. Lee, Guo ir Wang (2018) savo tyrimu išsiaiškino, kad kriptovaliutos gali būti gera portfelio diversifikavimo priemonė, kadangi jos mažai koreliuoja su tradicinėmis turto klasėmis ir jų vidutinė kasdienė grąža yra didesnė nei tradicinių investicijų. Taip pat, buvo pasitelkiama investuotojų sentimentų analizė, kuri parodė stiprius grąžos pokyčius remiantis investuotojų sentimentais. Apie žemą koreliaciją su tradicinėmis kriptovaliutomis kalbėjo ir Borri (2019), tačiau taip pat nustatyta, kad tarp pačių kriptovaliutų koreliaciją yra aukšta. Nepaisant to, buvo padaryta išvada, kad portfeliai sudaryti iš kriptovaliutų geriau suvaldo riziką ir užtikrina didesnę grąžą nei atskiros kriptovaliutos. Kajtazi ir Moro (2019) tirdami Bitcoin įtraukimą į optimalius diversifikuotus portfelius, sudarytus iš JAV, Europos ir Kinijos aktyvų, remdamiesi vidutinės – sąlyginės rizikos vertės metodu (CVaR), nustatė, kad Bitcoin atneša didesnę pelną, kuris kompensuoja padidėjusią portfelio riziką. Symitsi ir Chalvatzis (2019) tyrė Bitcoin poveikį investiciniam portfeliui sudarytam iš įvairių turto klasių, remiantis keturiomis prekiaavimo strategijomis. Tyrimas parodė, kad diversifikavimo naudą galima įžvelgti vienodo svorio ir optimalaus minimalios dispersijos portfelio atvejais. Nustatyta, kad portfeliai su Bitcoin turi aukštesnę Šarpo rodiklį, net ir esant mažam Bitcoin svoriui portfelyje. Tai parodo, kad net ir mažiau riziką toleruojantys investuotojai gali pasipelnyti iš diversifikuoto portfelio, kuriame yra įtraukta kriptovaliuta. Andrianto ir Diputra (2017) siekė išsiaiškinti kriptovaliutų poveikį gerai suformuotam portfeliui, sudarytam iš įvairių turto klasių, naudodami moderniąją portfelio teoriją. Rezultatai parodė, kad kriptovaliutos padidina portfelio efektyvumą dviem būdais: pirma – sumažina portfelio standartinę nuokrypį ir antra – sukuria daugiau investicijų paskirstymo galimybių, iš kurių investuotojai gali rinktis sau tinkamiausią. Nustatyta, kad optimali kriptovaliutų dalis portfelyje yra 5 – 20 %, priklausomai nuo investuotojo rizikos priimtimumo lygio. Šalia to verta paminėti ir Yale universiteto ekonomisto Tsyvinki ir Liu (2018) atliktą tyrimą, kuriame jie tyrė kriptovaliutų grąžą ir riziką. Kaip vėliau Cummings (2018) išleistame straipsnyje Tsyvinski minėjo, remiantis jų atlikta analize, optimalus Bitcoin svoris portfelyje turėtų būti 6 %. Anyfantaki, Arvaniti ir Topaloglou (2018) išanalizavo diversifikavimo, įtraukiant į portfelį kriptovaliutas, privalumus globalaus portfelio mastu. Mokslininkai suformavo optimalų portfelį su kriptovaliutomis ir be jų naudodami stochastinę analizę. Nustatyta, kad kai

kuriems rizikos vengiantiems investuotojams kriptovaliutos turi potencialą diversifikuojant portfelį ir suteikia geresnes investavimo galimybes. Kiti tyrimai, kuriuose buvo analizuojamas kriptovaliutų poveikis investiciniam portfeliui, aprašyti 2 lentelėje, kur atskleidžiami tiek tyrime naudoti metodai, tiek jo rezultatai.

2 lentelė.

Ankstesni tyrimai apie kriptovaliutų įtraukimą į investicinę portfelį bei juose naudoti modeliai ir jų rezultatai

Autorius	Tyrimo metodas	Rezultatas
Brière ir kt., 2015	Vidurkio – dispersijos modelis, Šarpo ir Sortino rodikliai	Net ir maža dalimi įtraukiant Bitcoin, diversifikuotas portfelis gali pagerinti rizikos bei grąžos charakteristikas.
Bouoiyour ir Selmi, 2017	Tiesinės regresijos modeliai	Bitcoin turi daugiau spekuliacinių savybių nei Ether. Be to, kriptovaliutos yra tinkamos apsidrausti nuo pripažintų turto klasių kainų svyravimų.
Pinudom ir kt., 2018	Vertės pokyčio rizikos (VaR) ir GARCH modeliai	Nustatyta, kad į diversifikuotą portfelį įtraukus Bitcoin generuojama didesnė grąža. Taip pat, kuo didesnė Bitcoin dalis įtraukiama į portfelį, tuo didesnė tiek laukiama grąža, tiek ir rizika.
Guesmi ir kt., 2019	GARCH modelis	Portfelis, sudarytas iš aukso, naftos, besivystančių rinkų akcijų ir Bitcoin sumažina bendrą portfelio riziką lyginant su rezultatais, kuomet Bitcoin nėra įtraukiamas.
Hrytsiuk, Babych, Bachyshyna, 2019	Vertės pokyčio rizikos (VaR) metodas	Kriptovaliutų grąžą nėra normaliai pasiskirsčiusi, o sudarytame portfelyje iš kriptovaliutų, su didele grąža ir maža rizika, dominavo Bitcoin.
Trimborn ir kt., 2020	Vidurkio – dispersijos modelis, CVaR, LIBRO	Kriptovaliutų įtraukimas į portfelį gali atnešti reikšmingą pelną investuotojams, tačiau Bitcoin nėra patraukliausia kriptovaliuta vertinant rizikos ir grąžos optimizavimą.

2 lentelės tęsinys.

Čuljak, Tomic ir Žikovic, 2020	Minimalios dispersijos, minimalios sąlyginės rizikos vertės, maksimalaus Šarpo rodiklio, maksimalaus STARR, maksimalios naudingumo funkcijos ir maksimalios vidutinės gražos modeliai.	Tiriant kriptovaliutas pagal sektorius padaryta išvada, kad portfeliai, kuriuose 20 % užima mažesnės rinkos kapitalizacijos kriptovaliutos, generuoja aukštesnius rezultatus penkiuose iš šešių suformuotų atvejų.
--------------------------------	--	--

Šaltinis: parengta autorės, remiantis lentelėje pateiktų autorių darbais.

Iš analizuotos literatūros galime teigti, kad šiomis dienomis vis labiau atsiranda poreikis analizuoti naujas finansines inovacijas, galimas investicines priemones (kaip kad kriptovaliutos), kurios padėtų diversifikuoti investicinį portfelį ir pagerinti jo rezultatus. Dauguma darbų vis dar apsiriboja tik Bitcoin analize, tad plėtojant tyrimus apie investicinius portfelius vertėtų į tyrimą įtraukti ir daugiau kriptovaliutų, kurios galbūt vis dar nėra tokios populiaros, tačiau turi potencialą augti. Be to, vertėtų atsižvelgti ir į investuotojo tipą, kadangi daugelyje darbų analizuojamas tik racionalaus, diversifikavimo siekiančio, investuotojo portfelis.

2. KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS INVESTICINIO PORTFELIO REZULTATAMS NUSTATYMO METODIKA

Tolimesnė šio darbo dalis skirta aptarti empiriniame tyrime naudotus metodus, kuriais remiantis siekiama išsiaiškinti pagrindinę darbo problemą bei patvirtinti ar paneigti iškeltas hipotezės. Atsižvelgiant į ankstesniame skyriuje apžvelgtas dabartines žinias apie kriptovaliutas, toliau sukonstruotas tyrimo modelis ir hipotezės, kuriomis siekiama išspręsti neatsakytus klausimus apie investuotojo, kuris nori diversifikuoti savo investicijas įtraukiant kriptovaliutas, perspektyviausią portfelį.

2.1. Empirinio tyrimo tikslas, modelis ir hipotezės

Nors kriptovaliutų rinka egzistuoja jau daugiau nei dešimtmetį, didesnio dėmesio jos susilaukė visai neseniai. Kriptovaliutos vis dar besikurianti ir besivystanti finansinė inovacija, todėl ir jų, kaip finansinių instrumentų, panaudojimo galimybes vis dar auga. Kadangi investuotojai visada ieško skirtingų investavimo galimybių, patenkinančių kiekvieno investavimo tikslus, jų akirtyje atsiduria ir aptartieji aktyvai, tačiau niekas nežino kokias galimybes iš tikrųjų gali sukurti kriptovaliutos, įtraukiant jas į portfelį kartu su įvairiomis turto klasėmis. Kriptovaliuta yra revoliucinė priemonė, kuri dar nėra iki galo iširta, tačiau jau yra pakankamai patraukti investuotojams.

Tyrimo tikslas. Šiuo empiriniu tyrimu siekiama sukonstruoti investicinius portfelius atsižvelgiant į investuotojų tikslus bei toleranciją rizikai ir išsiaiškinti kriptovaliutų poveikį kiekvieno iš šių portfelių laukiamiems rezultatams.

Konstruojant investicinius portfelius bei tam naudojant tradicines ir alternatyvias investicijas, siekiama parodyti, kad kriptovaliutas galima vertinti kaip alternatyvą portfelio diversifikavimui ir laukiamų rezultatų pagerinimui. Šiuo aspektu norima parodyti, kodėl kriptografinės valiutos, kaip naujo tipo investicinė priemonė, populiarėja kapitalo rinkoje ir kokį poveikį šie instrumentai turės kitiems aktyvams tame pačiame portfelyje. Kaip jau buvo minėta ankstesniame skyriuje, remiantis daugumos atliktų tyrimų duomenimis, kriptovaliutos tarnauja ne kaip piniginis vienetas ar atsiskaitymo priemonė, o kaip turtas bei investicija. Dauguma mokslininkų sutinka, kad kriptovaliutos, ypač Bitcoin, yra naudinga priemonė norint diversifikuoti portfelį, tačiau kyla klausimas ar ši investicija yra priimtina visų tipų (orientuotiems į gražą, į riziką bei į abu rodiklius) investuotojams ir kokį svorį portfelyje ji turėtų užimti. Siekiant aptarti

šio tyrimo naujumą būtina paminėti, kad kriptovaliutos yra šių laikų Fintech, kurių panaudojimas nuo paprastų atsiskaitymų elektroninėje erdvėje perėjo iki panaudojimo investiciniams tikslams pasiekti. Anksčiau kriptovaliutos dėl savo didžiulio kainos kintamumo ir nepastovumo nebuvo apsvarstomos kaip vienas iš būdų portfelio diversifikacijai pagerinti ir tik per pastaruosius penkerius metus susidomėjimas jomis įžengė į mokslinę literatūrą, kurioje buvo pradėta analizuoti jų, kaip alternatyvios investicijos, poveikis portfeliui, kriptovaliutų vertės nustatymas ir jų koreliaciją su kitomis turto klasėmis.

Tyrimo uždaviniai. Norint pasiekti tyrimo tikslą buvo apsibrėžti keli uždaviniai:

1. Pasirinkti ir įvertinti tradicinius ir alternatyvius aktyvus, kuriuos planuojama įtraukti į portfelio formavimą, rasti pagrindinius jų rodiklius (kovariaciją, koreliaciją, laukiamą grąžą bei standartinį nuokrypį).
2. Remiantis pasirinktais duomenimis suformuoti investicinius portfelius, atsižvelgiant į investuotojo rizikos toleranciją, neįtraukiant ir įtraukiant kriptovaliutas.
3. Palyginti suformuotų portfelio bendrus rodiklius, įvertinti kriptovaliutų poveikį galutiniam rezultatui.
4. Paneigti arba patvirtinti iškeltas hipotezes bei padaryti išvadas apie kriptovaliutos, kaip alternatyvios investicinės priemonės, naudą investuotojų portfeliams.

Tyrimo mastas ir duomenys. Atliekant empirinį tyrimą, remiantis ankstesniais moksliniais darbais, nuspręsta duomenis imti globaliu mastu neapsibrėžiant konkretaus regiono. Taip daryta ir dėl to, kad kriptovaliutos, kaip investicinė priemonė, nėra legali ir teisiškai įvertinta visose šalyse, todėl, siekiant išvengti netikslumų, duomenų imtis parinkta žvelgiant pasauliniu mastu. Į portfelio formavimą įtraukiami tiek tradiciniai (akcijos, obligacijos), tiek alternatyvūs (žaliavos, nekilnojamasis turtas, kriptografinės valiutos) investiciniai instrumentai. Kalbant apie kriptovaliutas, pasirinkta ne tik pagrindinė, dažniausiai tyrimuose naudojama kriptovaliuta Bitcoin, tačiau ir kitos, didžiulį potencialą turinčios bei didžiulę rinkos dalį užimančios kriptografinės valiutos. Taip pat, remiantis ankstesniais moksliniais darbais, tyrimui daugiausia naudojami indeksai, kadangi jie apima daugumą investavimo galimybių tiek į tradicines, tiek į alternatyvias turto klases.

Tyrimo metodai. Tolimesnis darbas atliekamas remiantis kiekybiniais metodais, tokiais kaip statistine bei lyginamąja analize. Taip pat aktyvams įvertinti pasitelkiamos kovariacijos bei Pirsono koreliacijos matricos, aprašomoji statistika. Portfelio konstravimas paremtas Markowitz portfelio teorija bei rodiklių, tokių kaip Šarpo, Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfos ir Informacijos, skaičiavimas ir įvertinimas.

Tyrimo modelis. Pagrindiniai šio darbo žingsniai, siekiant išsiaiškinti kriptovaliutų poveikį investicinio portfelio rezultatams pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė.

Empirinio tyrimo modelis

	PIRMAS ETAPAS	ANTRAS ETAPAS	TREČIAS ETAPAS	KETVIRTAS ETAPAS	PENKTAS ETAPAS
TIKSLAS	Išsiaiškinti portfelių, sudarytų be kriptovaliutų, rezultatus.	Išsiaiškinti portfelių, kuriuose įtraukiamas Bitcoin, rezultatus.	Išsiaiškinti portfelių, kuriuose įtraukiamas kriptovaliutų indeksas CRIX rezultatus.	Išsiaiškinti portfelių, kuriuose įtraukiamos keturias kriptovaliutas, rezultatus.	Išsiaiškinti portfelių, į kurių formavimą įtraukiami visi analizuojami aktyvai, rezultatus.
ŽINGSNIAI	Atlikti investicinių aktyvų analizę: rasti laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, kovariaciją bei koreliaciją.				
	1.Sudaryti keturis investicinius portfelius (tolygų, generuojantį didžiausią grąžą, generuojantį mažiausią riziką bei teikiantį didžiausią grąžą, esant minimaliam rizikos lygiui). 2. Apskaičiuoti sukonstruotų portfelių laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, Šarpo rodiklį.	1. Sudaryti keturis investicinius portfelius tarp aktyvų įtraukiant Bitcoin. 2. Apskaičiuoti portfelių laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, Šarpo rodiklį.	1. Sudaryti keturis investicinius portfelius tarp aktyvų įtraukiant CRIX. 2. Apskaičiuoti portfelių laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, Šarpo rodiklį.	1.Sudaryti keturis investicinius portfelius įtraukiant į portfelius keturias kriptovaliutas. 2. Apskaičiuoti portfelių laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, Šarpo rodiklį.	1.Sudaryti keturis investicinius portfelius, į kurių formavimą įtraukiant visus analizuojamus aktyvus. 2. Apskaičiuoti portfelių laukiamą grąžą, standartinį nuokrypį, Šarpo rodiklį.
	Suformavus portfelius, paskutinis žingsnis – apskaičiuoti Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfa bei Informacijos rodiklius ir palyginti rezultatus.				
HIPOTEZĖ	H1	H2	H3	H4	H1

Šaltinis: parengta autorės

Visų pirma, atliekama empiriniam tyrimui pasirinktų aktyvų analizė. Tolimesniems skaičiavimams, naudojant H. Markowitz vidurkio – dispersijos modelį, reikalingi kiekvieno iš aktyvų laukiama grąža ir standartinis nuokrypis. Radus juos būtina išsiaiškinti vyraujančią ryšį tarp naudojamų investicinių priemonių. Tam pasitelkiama kovariacija ir koreliaciją. Atlikus duomenų analizę toliau darbas suskirstomas į šešis etapus. Pirmasis etapas – investicinių portfelių, pagal skirtingus investuotojų tikslus, formavimas neįtraukiant kriptovaliutų. Iš viso konstruojami keturi portfeliai: tolygusis (naudojamas kaip lyginamasi konstruojant likusius portfelius), generuojantis didžiausią laukiamą grąžą, generuojantis mažiausią riziką bei teikiančią didžiausią grąžą, esant minimaliam rizikos lygiui. Sukonstravus portfelius ir įvertinus bendrus portfelio rodiklius, pradedamas antra etapas – pasitelkiant tas pačias strategijas formuojami portfeliai įtraukiant pagrindinę kriptovaliutą Bitcoin norint patvirtinti 1.5. punkte aptartus mokslinius darbus, kuriuose patvirtinama Bitcoin nauda investiciniam portfeliui (Brière ir kt., 2015; Bouoiyour ir Selmi, 2017; Pinudom ir kt., 2018; Andrianto ir Diputra, 2017; Kajtazi ir Moro, 2019; Symitsi ir Chalvatzis, 2019). Sukonstruotų portfelių rezultatai palyginami su pirmojo etapo portfeliais. Įvertinus gautus rodiklius, trečiajame etape, sukonstruojami portfeliai įtraukiant kriptovaliutų indeksą CRIX, siekiant įvertinti ar indekso įtraukimas generuoja geresnius rezultatus nei atskiros kriptovaliutos. Įvertinus šio portfelio rezultatus ir palyginus su ankstesniaisiais, ketvirtajame etape formuojami optimalūs portfeliai įtraukiant keturias, seniausias ir didžiulę rinkos kapitalizaciją turinčias, kriptografines valiutas ir, naudojant lyginamąją analizę, jų rezultatai palyginami su ankstesniais rodikliais. Penktajame etape portfeliams formuoti pasitelkiami visi investiciniai aktyvai aptarti šiame tyrime. Sukonstravus visus portfelius paskutinis žingsnis – apskaičiuoti lentelėje minėtus rodiklius ir palyginti jų reikšmes kiekviename etape. Atlikus skaičiavimus priimama bendra išvada apie kriptovaliutų, kaip alternatyvios investicijos, patrauklumą investuotojams bei jų rezultatus optimaliems, diversifikuotiems, skirtingos rizikos tolerancijos investuotojams suformuotiems portfeliams.

Hipotezės. Siekiant ištirti kriptovaliutų poveikį investiciniam portfeliui pagal investuotojo tipą – agresyvų, konservatyvų ir racionalų – tyrimo pradžioje nuspėta iškelti kelias hipotezes:

***H1:** Portfeliai, kuriuose įtraukiamos kriptovaliutos generuos geresnius rezultatus nei portfeliai be jų.*

Daugelis tyrimų parodė, kad Bitcoin turi teigiamą poveikį investiciniam portfeliui. Pasak Platanakis, Urquhart (2019) vertinant skirtingas turto pasiskirstymo strategijas ir rizikos toleranciją, Bitcoin nauda yra gan didelė ir grąža tam tikram rizikos lygiui yra gerokai didesnė. Symitsi, Chalvatzis (2019) taip pat pastebėjo statistiškai reikšmingą diversifikavimo naudą

įtraukiant Bitcoin į investicinį portfelį. Liu (2018) savo moksliniame darbe parodė, kad kriptovaliutos įtraukimas taip pat pagerina portfelio veiklos rezultatus. Šiame tyrime siekiama išsiaiškinti ne tik Bitcoin, bet ir kitų kriptovaliutų poveikį portfelio rezultatams.

***H2:** Į kiekvieno investuotojo tipo investicinį portfelį įtraukus bent 6 % Bitcoin, portfelis generuos geresnius rezultatus nei portfelis be jo.*

Pasak Andriato, Diputra (2017), optimali kriptovaliutų dalis yra 5 – 20 %. Ši kriptovaliutų dalis portfelyje gali svyruoti dėl skirtingo investuotojų rizikos toleravimo lygio. Remiantis šia prielaida manoma, kad rizikingesnių investuotojų portfelyje kriptovaliutos sudarys daugiau nei 20 % viso portfelio, o rizikos netoleruojančių ir nepastovumo vengiančių investuotojų portfelyje kriptovaliutos taip pat bus įtrauktos ir užims 5 - 6 % visų investicijų. Šiuo atveju 6 % paminėti ne veltui, kadangi ekonomistas Aleh Tsyvinski atlikęs tyrimą nustatė, kad kiekvieno investuotojo portfelyje Bitcoin turėtų užimti bent 6 % viso portfelio.

***H3:** Vietoje atskirų kriptovaliutų įtraukus CRIX portfeliai generuos geresnius rezultatus.*

Kriptovaliutų indekso įtaka investiciniam portfeliui yra labai mažai ištyrinėta. Vieni iš pirmųjų Lee ir kt. (2018) tyrė CRIX savybes ir našumą gerai diversifikuotame portfelyje. Koreliacija tarp CRIX ir tradicinio turto maža, o vidutinė dienos grąža yra didelė. CRIX įtraukimas pagerina globalų minimalios dispersijos portfelį. Tačiau rašytojai įspėja dėl kriptovaliutų, kaip investicinio produkto, sudėtingumo ir rizikos. Būtent dėl mažo ištyrimo lygio šiame darbe nuspręsta įvertinti CRIX įtaką investiciniam portfeliui įtraukiant tiek jį vieną, tiek diversifikuojant portfelį su kitomis valiutomis ir tikima, kad vietoj atskirų kriptovaliutų įtraukus CRIX portfelis generuos geresnius rezultatus.

***H4:** Portfeliai, kuriuose įtraukta daugiau nei viena kriptovaliuta, rodys geresnius rezultatus nei tie, kuriuose įtraukta tik Bitcoin.*

Kadangi nėra atlikta daug tyrimų, kuriuose būtų vertinamas įvairių aktyvų ryšys ne tik su Bitcoin, bet ir su daugiau kriptovaliutų, šiuo darbu siekiama išsiaiškinti ar didesnis kriptovaliutų skaičius portfelyje generuos geresnius rezultatus nei portfeliai, kuriuose yra tik viena kriptovaliuta. Pasak Ma et. al. (2020), portfelio diversifikavimas įtraukiant keletą kriptovaliutų daugeliu atvejų padidino grąžą ir sumažino portfelio nepastovumą, taip pat generavo didesnę grąžą palyginti su tradiciniais to paties rizikos lygio portfeliais.

Apribojimai. Vienas iš pagrindinių tyrimo apribojimų – trumpas tyrimo laikotarpis (2015.10.01 – 2021.09.30). Remiantis kriptovaliutų naujumu galima teigti, kad nors pirmoji (Bitcoin) atsirado 2008 m., jos nebuvo susilaukusios tokio didžiulio dėmesio. Investuotojai jas

pradėjo pastebėti tik nuo 2013 m. Kadangi kriptovaliutos yra populiarė ir daug dėmesio iš investuotojų, ypač šiomis dienomis, susilaukianti finansinė inovacija, svarbu išsiaiškinti jų poveikį, todėl ir ankstesniuose tyrimuose buvo naudojamas trumpas laiko horizontas. Kitas apribojimas – didelis kriptovaliutų kintamumas. Tiek Bitcoin, tiek ir kitos kriptovaliutos yra nauja turto klasė, o pasak Yermack (2013), Bitcoin kaina, jauname amžiuje, gali svyruoti. Didelis kriptovaliutų kintamumo lyginant su kitomis turto klasėmis gali apsunkinti tyrimą ir jo rezultatus, taip pat, toks nepastovumas kelia neužtikrintumą apie rinkoje besiformuojantį kriptovaliutų burbulą (Saksonova, Kuzmina-Merlino, 2019).

Markowitz portfelio teorija taip pat turi keletą apribojimų. Visų pirma – vertinimo klaidos, kuri yra faktinių ir apskaičiuotų rezultatų skirtumas. Modelis remiasi istoriniais finansinių instrumentų duomenimis, tačiau istoriniai rezultatai nebūtinai generuoja ir prognozuoja rezultatus ateityje. Jei tiksliai žinotume pasiskirstymo parametrus galėtume sukurti portfelį, kuris užtikrintų aukštą laukiamą grąžą esant tam tikram rizikos lygiui, tačiau ši informacija nėra žinoma, todėl vertiname šią informaciją neapibrėžtai ateičiai ir traktuojame, kad grąža yra pasiskirsčiusi normaliai.

2.2. Tyrimo duomenys

Kadangi šiuo tyrimu siekiama išsiaiškinti kaip kriptovaliutos įtakoja investicinį portfelį bei kaip veikia su kitomis tradicinėmis bei alternatyviomis turto klasėmis pasirinkta analizuoti 6 turto klases: akcijas, obligacijas, žaliavas, valiutų kursus, nekilnojamąjį turtą bei kriptovaliutas (šiam tyrimo jos traktuojamos kaip atskira turto klasė) (4 lentelė). Kaip teigė G. Žilinskij (2012), optimizuotas portfelis naudingesnis ir efektyvesnis tuomet, kai į portfelį yra įtraukiama keletas investicinių instrumentų, tarp kurių yra mažesnis koreliacijos koeficientas. Rizikingesnių portfelių pasirinkimas gali būti neefektyvus dėl per mažo aktyvų skaičiaus, įtraukto į portfelį. Dėl šios priežasties į portfelių konstravimą įtraukta penkiolika aktyvų, kurie buvo parinkti remiantis ankstesniais tyrimais. Aktyvai parinkti globaliu mastu, nesiekiant išskirti vieno konkretaus regiono. Siekiant įsitikinti, kad portfelis aprėptų didžiąją dalį investavimo galimybių, daugiausia naudojami indeksai, siekiant įsitikinti, kad aktyvų skaičius yra pakankamas reikšmingam diversifikavimui pasiekti. Analizuojamų duomenų laikotarpis apima savaitinius aktyvų rezultatus laikotarpiu 2015.10.01 – 2021.09.30. Toks laiko horizontas pasirinktas dėl ribotų kriptovaliutų duomenų, kadangi, pavyzdžiui, Ether buvo sukurtas tik 2015 m., todėl siekiant visus aktyvus įvertinti tiksliau, pasirinktas vienodas laiko eilučių skaičius. Taip pat kriptovaliutomis, priešingai nei kitomis turto klasėmis, prekiaujama ir savaitgaliais, todėl iš Bitcoin, Ether, Ripple ir Litecoin kiekvienos dienos duomenų, siekiant tikslesnio įvertinimo, pašalintos savaitgalių

dienos. Kripto valiutos tyrimui pasirinktos atsižvelgiant į rinkos kapitalizaciją ir sukūrimo datą. Bitcoin, Ether, Ripple ir Litecoin kartu, remiantis Coinmarketcap duomenimis, užima apie 70 % visos kriptovaliutų rinkos kapitalizacijos. Be to, prie kriptovaliutų įtraukimas ir CRIX indeksas, kurį sudaro dešimt kriptovaliutų: Bitcoin, Ether, Ripple, Binance, Dogecoin, Tether, Cardano, Litecoin, Link ir Polkadot. Šiuo indeksu siekiama nustatyti ar investuotojo portfelis tampa efektyvesnis įtraukiant atskiras kriptovaliutas ar būtent CRIX indeksas suteikia geresnius grąžos ir rizikos rodiklius,

4 lentelė.

Investicinių portfelių formavimui pasirinkti finansiniai instrumentai

Trumpinys	Pavadinimas	Šaltinis
<i>Akcijos</i>		
SPX	S&P500	www.nasdaq.com
N225	Nikkei225	www.finance.yahoo.com
<i>Obligacijos</i>		
SPGI	S&P Global Developed Sovereign Bond Index	www.spglobal.com
IEF	iShares 7 – 10 Year Treasury Bond (ETF)	www.finance.yahoo.com
<i>Valiutų kursai</i>		
EUR/USD	EUR/USD	www.nasdaq.com
USD/JPY	USD/JPY	www.nasdaq.com
<i>Žaliavos</i>		
GLD	Auksas	www.nasdaq.com
OIL	Nafta	www.nasdaq.com
<i>Nekilnojamas turtas</i>		
SREIT	S&P Global REIT	www.spglobal.com
VNQ	Vanguard Real Estate Index Fund ETF Shares	www.finance.yahoo.com
<i>Kripto valiutos</i>		
BTC	Bitcoin	www.coindesk.com
ETH	Ether	www.coindesk.com
XRP	Ripple	www.finance.yahoo.com
LTC	Litecoin	www.finance.yahoo.com
CRIX	Crypto index	www.data.thecrix.de

Šaltinis: parengta autorės, remiantis nuorodomis, nurodytomis lentelėje.

Kalbant apie kitus aktyvus, pasirinkti vieni populiariausių indeksų, tokie kaip S&P500, S&P Global REIT ar S&P Global Developed Sovereign Bond Index, kadangi šiais indeksais lengviau stebėti ir įvertinti bendrą rinkos būklę. Be to, istoriniai indeksų pokyčiai ir pelningumo

duomenys gali suteikti investuotojams informacijos, kaip rinkos reagavo į konkrečias situacijas pasaulyje. Tarp aktyvų įtrauktas ir auksas, kuris naudojamas tiek kaip žaliava (brangusis metalas), tiek kaip priemonė vertės kaupimui finansinių sunkumų, valiutos nuvertėjimo ir infliacijos metu (Baur ir Lucey, 2010). Bitcoin, pasak Baur ir kt. (2015), dažnai lyginimas su auksu, kadangi jis taip pat yra atsparus ekonominiams šokams. Nafta taip pat pasirinkta tarp aktyvų portfelio konstravimui, kadangi literatūroje ji glaudžiai siejama su akcijų kainų pokyčiais ir valiutų kursais (Reboredo, 2013; Ciner, 2013). Aktyvų duomenys buvo surinkti iš tokių oficialių puslapių, kaip www.nasdaq.com, www.spglobal.com, kriptovaliutų duomenys surinkti iš www.coindesk.com, iš kurio duomenys buvo imti ir ankstesniuose tyrimuose bei kriptovaliutų indekso gražos paimtos iš www.data.thecrix.de. Norint išvengti parametrų (dispersijos, kovariacijos matricos ir laukiamos gražos) klaidų naudojant skirtingus laikotarpius, imti to paties laiko horizonto duomenys – kiekvienas aktyvas apima 314 savaitių laikotarpį.

2.3. Aktyvų paskirstymo metodai

Pirmiausia, šiame skyriuje būtina aptarti aktyvų paskirstymo modelius, kurie bus naudojami tolimesniame tyrime. Kadangi ieškoma kriptovaliutų poveikio kiekvieno tipo investuotojams, bus naudojami keturi aktyvų pasiskirstymo modeliai: tolygus portfelis (kaip lyginamasis), vidurkio dispersijos modelis minimizuojantis investicinio portfelio riziką, vidurkio dispersijos modelis maksimizuojantis laukiamą gražą, neatsižvelgiant į riziką bei maksimalaus Šarpo rodiklio modelis, kuris padeda rasti investicinį portfelį, turintį maksimalią gražą esant minimaliam rizikos lygiui. Toliau pateikti detalesni kiekvieno iš modelių aprašymai.

2.3.1. Tolygus modelis

Šis portfelio modeliavimo metodas paremtas sąlyga, kad visi aktyvai yra paskirstyti lygiomis dalimis: kiekvieno aktyvo dalis portfelyje $w_i = \frac{1}{N}$, kur $i = 1, \dots, N$. Jei visų sudedamųjų dalių tikėtina graža ir kovariacija yra vienoda, tolygaus svorio portfelis yra optimalus. Tačiau nereikia daryti prielaidų dėl turto gražos pasiskirstymo tolygiai. Optimalus portfelis randamas nurodžius norimą laukiamą gražą, o praktikoje pastebima, kad portfelis su vienodais aktyvų svoriais generuoja geru rezultatus. Pasak DeMiguel et al. (2009), tolygiai paskirstytas portfelis gali generuoti efektyvius rezultatus ypač esant dideliame neapibrėžtumui (parametrų nestabilumui). Jo tyrimas rodo, kad portfelis su $1/N$ aktyvų svoriais yra pranašesnis už 14 skirtingų portfelio optimizavimo modelių. Būtent todėl šiame magistro baigiamajame darbe laukiama graža nusakoma tolygaus portfelio vidurkiu.

2.3.2. Markowitz vidurkio dispersijos portfelio optimizavimas

Daugelis portfelių valdytojų vis dar remiasi gerai žinomu ir pagrįstu H. Markowitz vidurkio dispersijos modeliu. Vidurkio dispersijos modeliai yra optimalūs, jei laukiama grąža yra normaliai pasiskirsčiusi (ko paprastai nebūna).

Remiantis Markowitz portfelio teorija ir Petukhina ir kt. (2021) moksliniu darbu, sukurti trys modeliai, naudojami tolimesniame tyrime:

1. Minimalios rizikos modelis (**MinRisk**), kuris šiame tyrime priskiriamas konservatyviam investuotojui, kadangi šis portfelis generuos mažiausią riziką, kartu priimdamas mažiausią tikslinę portfelio grąžą. Šiam modeliui bus sprendžiama optimizavimo lygtis:

$$\begin{aligned} \min \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} \sigma_{ij} \mu_i w_i \\ \sum_{i=1}^{i=n} w_i = 1, \\ w_i \geq 0, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \end{aligned} \tag{1}$$

kur n yra aktyvų skaičius portfelyje;

w yra aktyvo $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ dalis portfelyje;

μ yra laukiama aktyvo $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ grąža;

σ_{ij} yra kovariacija tarp aktyvų $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$.

2. Maksimalios laukiamos grąžos (**MaxRet**) portfelis, kuris formuojamas agresyviai investuotojui, kadangi generuos didžiausią laukiamą grąžą prisiimant bet kokią rizikos lygį. Šio portfelio optimizavimo lygtis:

$$\begin{aligned} \max \sum_{i=1}^{i=n} \mu_i w_i \\ \sum_{i=1}^{i=n} w_i = 1, \\ w_i \geq 0, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \end{aligned} \tag{2}$$

3. Maksimalią grąža esant minimaliam rizikos lygiui generuojantis portfelis (**MaxSh**), kuris formuojamas racionaliam investuotojui, kadangi maksimizuoja Šarpo rodiklį, tokiu būdu įtraukiant tiek rizikos, tiek grąžos įvertinimą sudarant portfelį. Portfeliui sudaryti sprendžiama optimizavimo lygtis:

$$\begin{aligned} \max \frac{\mu_i w_i - r_f}{\sigma_p} \\ \sum_{i=1}^{i=n} w_i = 1, \\ w_i \geq 0, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \end{aligned} \quad (3)$$

kur r_f – nerizikinga palūkanų norma;

σ_p – portfelio standartinis nuokrypis.

Visais optimizavimo atvejais apibrėžiama, kad portfelio svoriai w_i bendrai neviršytų 100 % ir jų reikšmės būtų teigiamos taip iškeliant sąlygą, kad portfeliuose nebus trumpalaikio investavimo, kuris gali būti panaudotas kaip spekuliacija ir kurią naudoti turėtų tik didelę patirtį turintys investuotojai,

Taigi, siekiant įvertinti skirtingų investuotojų ir jų investicinių tikslų galimybes su kriptovaliutomis, tolimesniame tyrime remiamasi išsikeltomis optimizavimo lygtimis. Naudojant aptartus investicinius instrumentus bandoma patvirtinti arba paneigti iškeltas hipotezes bei išspręsti darbo pradžioje suformuluotą problemą.

2.4. Portfelio vertinimo metodai

Suformavus investicinius portfelius kiekvienam investuotojui, atsižvelgiant į jo tikslus ir rizikos toleranciją, bei norint palyginti, kaip kriptovaliutos įtakos portfelio rezultatus, naudojami tokie rodikliai, kaip bendra portfelio laukiama grąža bei bendra portfelio rizika. Remiantis vidurkio – dispersijos teorija, laukiama portfelio grąža yra skaičiuojama naudojant formulę:

$$E(\mu) = E_{(r)p} = \sum_{i=1}^n w_i \times E_i(r) = E_1(r) + w_2 \times E_2(r) + \dots + w_n \times E_n(r), \quad (4)$$

kur w_i – aktyvo i svoris portfelyje;

$E_i(r)$ – laukiama i aktyvo grąža;

n – aktyvų skaičius portfelyje.

Toliau, aptariant rizikos skaičiavimą, kai į portfelį įtraukti du aktyvai (x ir y), naudojama formulė:

$$\sigma_p^2 = w_x^2 \sigma_x^2 + w_y^2 \sigma_y^2 + 2 \times w_x \times w_y \times Cov(r_i, r_j), \quad (5)$$

kur $\sigma_{x,y}^2$ – aktyvų x ir y dispersijos;

w_i – aktyvo svoris portfelyje;

$Cov(r_i, r_j)$ – kovariacijos matrica tarp aktyvų r_i, r_j .

Apibendrinant lygtį portfeliui, kuriame įtraukta daugiau nei du aktyvai, gauname:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \times w_j \times Cov(r_i, r_j). \quad (6)$$

Portfelio standartiniam nuokrypiui apskaičiuoti naudojama formulė:

$$\sigma_p = \sqrt{w_{i,j} Cov(r_i, r_j)}. \quad (7)$$

Norint apskaičiuoti optimalius aktyvų svorius portfelyje naudojamas matricų dauginimas.

Kalbant apie laukiamą grąžą naudojama formulė:

$$E(r_p) = W \times R = [w_1 \dots w_j] \begin{bmatrix} E(r_1) \\ \vdots \\ E(r_j) \end{bmatrix} \quad (8)$$

kur W – aktyvų svorių (nuo 1 iki j) intervalas portfelyje;

R – portfelio aktyvų laukiamos grąžos intervalas (nuo 1 iki j).

Portfelio dispersija apskaičiuojama pagal formulę:

$$\sigma_p^2 = W \times S(W) \quad (9)$$

kur S – kovariacijos matrica tarp kiekvieno portfelio aktyvo grąžos.

Iš to gauname standartinio nuokrypio formulę:

$$\sigma_p = \sqrt{W \times S(W)} = \left[[w_1 \dots w_j] \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{2j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{j1} & \dots & \sigma_{jj} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_j \end{bmatrix} \right]^{1/2} \quad (10)$$

Norint rasti optimaliausią portfelį, kuris neštų didžiausią laukiamą grąžą esant mažiausiam rizikos lygiui literatūroje naudojamas Šarpo rodiklis, sukurtas W. F. Sharp, kuris apibūdinamas

kaip per didelės grąžos, viršijančios nerizikingą grąžos normą, tenkančią vienam portfelio rizikos vienetui, matas. Šarpo rodiklis (SR) skaičiuojamas pagal formulę:

$$SR = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (11)$$

kur $E(r_p)$ – portfelio grąža;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

σ_p – portfelio standartinis nuokrypis.

Šis rodiklis naudojamas apskaičiuojant atskiro turto, taip pat ir viso portfelio, našumą. Jis taip pat padeda palyginti dviejų ar daugiau investicijų portfelio rezultatus bei optimizuoti portfelį (optimali aktyvų dalis portfelyje yra ta, su kuria maksimizuojamas rodiklis). Žvelgiant į vertinimą, jei Šarpo rodiklis yra didesnis nei vienas – jis laikomas priimtiniu. Be to, kuo didesnė Šarpo rodiklio vertė, tuo daugiau grąžos suteikia nerizikinga palūkanų norma, portfelis ar turtas (Ma et. al., 2020).

Taip pat, kaip papildomos portfelio rezultatų vertinimo priemonės, pasitelkti ir Omega bei Sortino rodikliai (Platanakis, Urquhart, 2020). Omega rodiklis, kuris dar žinomas kaip pelno – nuostolių santykis, nesiremia jokia prielaida apie grąžos pasiskirstymą, kas jį daro pranašesniu prieš kitus rodiklius ir yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Omega = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \max(0, +R_{pt})}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \max(0, -R_{pt})} \quad (12)$$

Tuo tarpu Sortino rodiklis turi daugiau panašumų į Šarpo rodiklį, tačiau atsižvelgiama tik į neigiamą perteklinės grąžos standartinį nuokrypį, o ne viso perteklinės grąžos standartinį nuokrypį. Sortino rodiklis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Sortino = \frac{\bar{r}_p - \bar{r}_f}{DR_p} \quad (13)$$

kur \bar{r}_p – vidutinė portfelio grąža per tam tikrą laikotarpį;

\bar{r}_f – nerizikinga norma arba tikslinė, reikalaujama grąžos norma;

DR_p – neigiama portfelio rizika arba neigiamos turto grąžos standartinis nuokrypis.

Neigiama portfelio rizika apskaičiuojama pagal formulę:

$$DR_p = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (E(r_p) - r_f)^2} \quad (14)$$

kur $E(r_p)$ –portfelio grąža per tam tikrą laikotarpį;

r_f – reikalaujama grąžos norma.

Siekiant išsiaiškinti kriptovaliutų įtaką portfelio diversifikavimui, vertinant sukonstruotų portfelių rezultatus pasitelkiamas diversifikacijos koeficientas, pasiūlytas Choueifaty ir kt. (2013), kuris lygina svertinio vidurkio nepastovumą su bendru portfelio nepastovumu. Kuo diversifikacijos koeficientas didesnis, tuo geresnis portfelio diversifikacijos lygis. Idealaus diversifikavimo atveju rodiklis lygus 1. Šis koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D(w_i) = \frac{w_i^T \sigma_t}{\sqrt{w_i^T \Sigma_i w_i}} \quad (15)$$

kur w_i^T – portfelio svorių vektorius;

σ_i – aktyvų standartinis nuokrypis;

$\Sigma_i w_i$ – grąžų kovariacijos matrica.

Kitas rodiklis, skirtas įvertinti portfelių rezultatams – Treynor rodiklis. Jis rodo perteklinę grąžą vienam nepastovumo vienetui. Tačiau šis matas skirtas ne visai rizikai, o tik sisteminei įvertinti. Kuo didesnis Treynor rodiklis, tuo portfelis uždirba didesnę grąžą, nei buvo galima tikėtis atsižvelgiant į jo prisiimamos rizikos lygį. Rodiklis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T = \frac{E(r_p) - r_f}{\beta}, \quad (16)$$

kur $E(r_p)$ – portfelio grąža;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

β – portfelio beta.

Jenseno alfa yra dar vienas iš būdų nustatyti ar portfelis uždirba tinkamą grąžą už prisiimtą rizikos lygį atsižvelgiant į portfelio beta ir rinkos vidurkio grąžą. Rodiklis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\alpha = E(r_p) - (r_f + \beta(r_m - r_f)), \quad (17)$$

kur $E(r_p)$ – portfelio grąža;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

β – portfelio beta;

r_m – rinkos grąža.

Paskutinis rodiklis portfelio rezultatų įvertinimui – informacijos. Jis vertina pagal riziką pakoreguotą finansinio turto ar portfelio grąžą, palyginti su tam tikru lyginamuoju matu. Šis rodiklis apskaičiuojamas taip:

$$IR = \frac{E(r_p) - r_m}{\sigma_{E(r_p) - r_m}}, \quad (18)$$

kur $E(r_p)$ – portfelio grąža;

r_m – rinkos grąža;

$\sigma_{E(r_p) - r_m}$ – portfelio grąžos ir rinkos grąžos skirtumo standartinis nuokrypis.

Investicinių portfelių formavimo ir optimizavimo procesas atliekamas naudojant MS Office Excel optimizavimo funkciją Solver, su kuria nustatomos optimizavimo sąlygos pateiktos šiame skyriuje. Sukonstravus investicinius portfelius su maksimalia laukiama grąža, minimalia rizika ir didžiausią laukiamą grąžą prie mažiausios rizikos į portfelius įtraukiama Bitcoin, o po to ir kelios kriptovaliutos bei žiūrima, kaip į tai reaguoja portfelių rezultatai.

2.5. Ankstesni tyrimai, kuriais remiantis sudaryta tyrimo metodika

Konstruojant tolimesnį tyrimo modelį bei analizės būdus remtasi ankstesniais moksliniais darbais. Vienas iš jų – Petukhina ir kt. (2021) atliktas tyrimas, kuriame analizuojama kriptovaliutų poveikis portfelio aktyvų paskirstymo strategijoms. Autoriai pasirinko analizuoti devynias aktyvų pasiskirstymo strategijas, tarp kurių įtrauktos ir šiame darbe pasirinktos minimalios dispersijos, maksimalios laukiamos grąžos bei Markowitz vidurkio – dispersijos modelis, su maksimizuotu Šarpo rodikliu. Darbe autoriai taip pat atsižvelgia į investuotojo rizikos toleranciją priskirdami į riziką orientuotiems, į grąžą orientuotiems ir į abu rodiklius atsižvelgiantiems investuotojams aktyvų pasiskirstymo modelius. Moksliniame darbe tirti 52 kriptovaliutų ir 16 tradicinių turto klasių istoriniai duomenys, imant kasdieniu, savaitiniu bei mėnesiniu laiko horizontu. Markowitz vidurkio – dispersijos modeliu taip pat paremtas Andrianto ir Diputra (2017) mokslinis darbas. Šiame tyrime naudojant kriptovaliutų ir žaliavų, valiutų kursų bei akcijų istorinius duomenis buvo siekta išsiaiškinti kriptovaliutų įtaką gerai diversifikuotam investiciniam portfeliui, skaičiavimams

naudojant Excel Solver programinę įrangą. Tyrimo rezultatai rodo, kad portfelis su kriptovaliuta iš tikrųjų padidina portfelio efektyvumą sumažindamas standartinį nuokrypį ir sukurdamas daugiau paskirstymo galimybių, iš kurių investuotojai galėtų rinktis. Platanakis ir kt. (2018), naudodami savaitinius kriptovaliutų duomenis, palygino tolygųjį ir optimalų (Markowitz) portfelius savaitinių kriptovaliutų duomenų atžvilgiu. Autoriai išvelgė labai nedidelį skirtumą tarp šių modelių, kurį patys vadina nereikšmingu, todėl tai tik parodo, kad Markowitz portfelio teorija yra tinkama kriptovaliutų poveikio investiciniam portfeliui vertinimui. Vidurkio – dispersijos modelis taip pat buvo panaudotas Platanakis ir Urquhart (2020) tyrime, kuriame siekiama atsakyti į klausimą ar investuotojai į savo portfelį turėtų įtraukti Bitcoin. Naudojant savaitinius istorinius duomenis, analizuoti tokie finansiniai aktyvai kaip kriptovaliuta Bitcoin, akcijos bei obligacijos. Li ir kt. (2021) taip pat pritaikė Markowitz vidurkio – dispersijos modelį tirdami Bitcoin įtaką portfelio optimizavimui ir diversifikavimui kartu su kitomis turto klasėmis. Rezultatai parodė, kad Bitcoin turi didžiulę tendenciją gerinti investuotojo rizikos ir gražos profilį, o optimalus šios kriptovaliutos svoris portfelyje yra 6,1 % ir 6,4 %. Nemažai mokslinių darbų, kuriuose vertinami portfeliai tik iš kriptovaliutų taip pat naudojami Markowitz portfelio teorija (Brauneis ir Mestel, 2019; Liu, 2019, Schellinger, 2020), kas taip pat įrodo, kad šis portfelio optimizavimo modelis yra tinkamas vertinti kriptovaliutų įtaką diversifikuotam investiciniam portfeliui.

Kalbant apie portfelio rezultatų vertinimą, Bedi ir Nashier (2020) naudojo Sortino ir Omega rodiklius, kurie naudojami ir šiame tyrime, nagrinėjant diversifikavimo su Bitcoin galimybes pasauliniam portfeliui, kartu įtraukiant ir šešias kitas turto klases. Taip pat, Sortino ir Omega rodiklius vertinimui pasitelkė ir Platanakis bei Urquhart (2020), kuriais remiantis abu rodikliai įtraukti ir į šį kriptovaliutų poveikio investiciniams portfeliams vertinimą. Čuljak ir kt. (2020), analizavo kriptovaliutų portfelį su CRIX indeksu atsižvelgdami į investuotojų tikslus, pasitelkiant šešias turto aktyvų pasiskirstymo strategijas. Mokslininkai padarė išvadą, kad penkios iš šešių strategijų veikė geriau, jei į jas įtraukė kriptovaliutas. Portfelio rezultatų vertinimui buvo naudojami Šarpo, M^2 , Treynor, Jenseno alfos ir Informacijos rodikliai.

Taigi remiantis šiais moksliniais darbais ir kitais, anksčiau aptartais, tyrimais, sudaryta ir šio darbo metodika – pasirinktas H. Markowitz vidurkio – dispersijos modelis su optimizavimo problemomis, kurias kuriant atsižvelgta į investuotojų tikslus ir tolerancijos riziką. Įvertinant suformuotus investicinius portfelius pasitelkti aptarti rodikliai. Nors kai kurie iš jų buvo taikomi portfeliams, sudarytiems tik iš kriptovaliutų, šiame tyrime jie pritaikyti ir diversifikuotam globaliam portfeliui įvertinti.

3. INVESTICINIŲ PORTFELIŲ FORMAVIMAS IR KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS VERTINIMAS

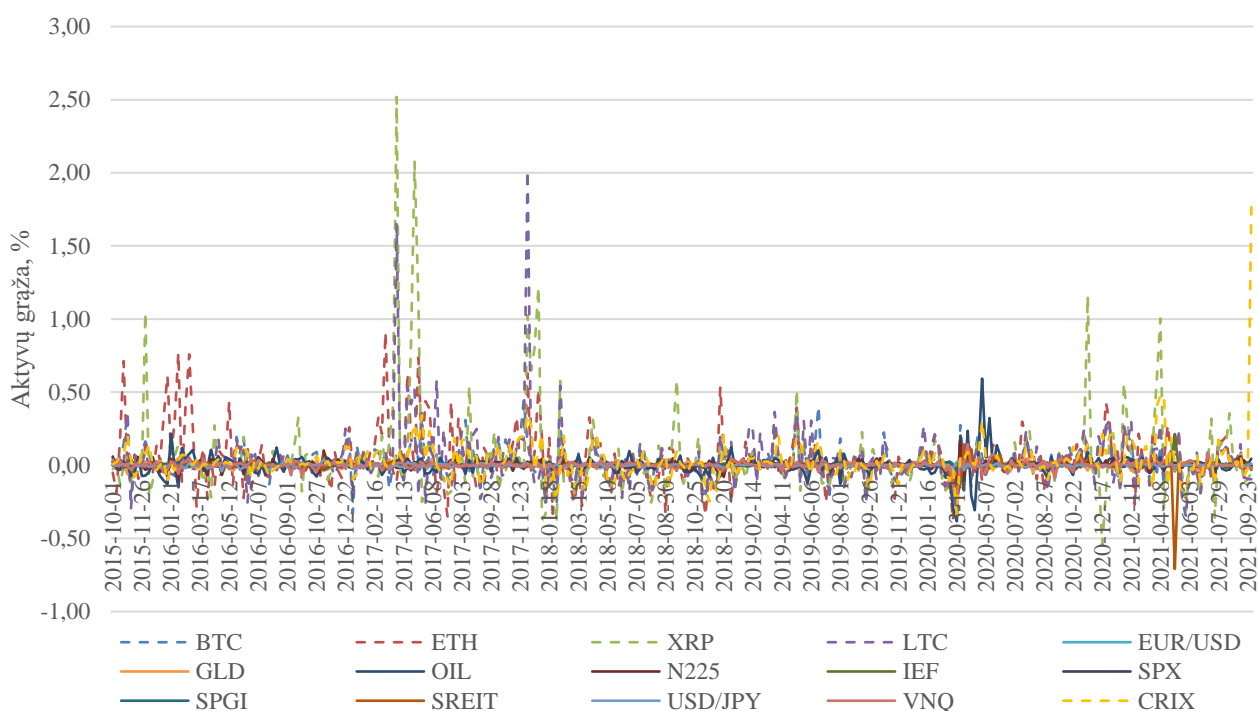
Šioje darbo dalyje pateikiami ir įvertinami tyrimo, atlikto pagal anksčiau aptartus skaičiavimus, rezultatai. Portfelį kiekvienam investuotojo tipui sudarymas aptariamas atskirai, siekiant įvertinti specifinius investicinių priemonių veiksnius, sprendžiant skirtingas optimizavimo problemas. Be to, aptariant tyrimo rezultatus, priimamos ar atmetamos darbo pradžioje išsikeltos hipotezės, pateikiamos išvados, rekomendacijos,

3.1. Aktyvų įvertinimas

Visų pirma, siekiant sukonstruoti investicinį portfelį ir išspręsti aptartas optimizavimo problemas, svarbu įvertinti naudojamus finansinius instrumentus. 5 paveiksle matomi alternatyvių ir tradicinių turto klasių savaitinių grąžų palyginimai laikotarpiu 2015.10.01 – 2021.09.30.

5 paveikslas.

Investicinių aktyvų grąžų svyravimų palyginimas laikotarpiu 2015 – 2021 m.



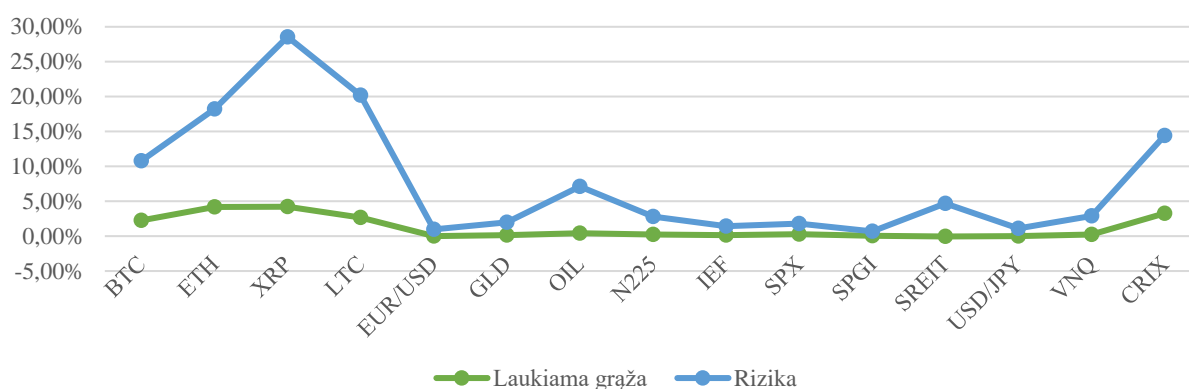
Šaltinis: parengta autorės, remiantis istoriniais aktyvų duomenimis.

Grafiku norėta detaliau panagrinėti skirtingų turto klasių vidutinių savaitinių grąžų kintamumą, kas taip pat įtakoja investicinio portfelio formavimą atsižvelgiant į investicinius tikslus ir rizikos toleranciją. Iš pateiktų duomenų aiškiai matoma, kad didžiausiu kintamumu pasižymi kriptovaliutos bei jų indeksas. Tad šiuo grafiku patvirtinamas jau teorijoje aptartas vienas iš kriptovaliutų trūkumų – didelis nepastovumas. Analizuojamu laikotarpiu matome, kad netgi Bitcoin kaina yra daug pastovesnė lyginant su kitomis kriptovaliutomis, o didžiausi svyravimai matomi su Ripple bei Litecoin kriptovaliutomis 2017 m. bei 2020 – 2021 m. 2017 m. Ripple išaugo net 36 000 % kadangi imta įgyvendinti planą, kaip Ripple padaryti institucijų naudojama valiuta. Būtent šiais metais Ripple pradėjo naudoti tokie pasauliniai bankai kaip „Bank of America“, „RBC“ ir didžiulis Japonijos bankų koncorciumas. Didelis kintamumas matomas ir CRIX indekse, kuris kinta tokia pat kreive, kaip ir Ripple. Nepaisant to, kalbant apie kitas turto klases, daugiausia svyravo naftos kaina 2020 m. kovo – birželio mėnesiais, kuomet tokį aktyvo nepastovumą įtakojo pasaulį sukrėtusi Covid-19 pandemija. Dėl tos pačios priežasties 2020 m. kovo mėnesį beveik visų aktyvų grąžų smarkiai krito ir buvo neigiama, lyginant su buvusiais rezultatais. Detalesni kiekvieno aktyvo grąžų svyravimų grafikai pateikti 1 priede.

Tęsiant portfelio konstravimui pasirinktų aktyvų analizę būtina atsižvelgti ir į rizikos įtaką laukiamai grąžai. 6 paveiksle galima pamatyti aktyvų grąžos ir rizikos santykį įvertinus aktyvų vidutinį savaitinį pelningumą ir standartinį nuokrypį.

6 paveikslas.

Aktyvų, naudotų sudarant investicinius portfelius, laukiamos grąžos ir rizikos, išreikštos standartinius nuokrypiu, palyginimas



Šaltinis: parengta autorės, remiantis istoriniais aktyvų duomenimis.

Remiantis pateiktu grafiku, didžiausiu pelningumu, kuris svyruoja nuo 2,23 % iki 4,21 % pasižymi kriptovaliutos (Bitcoin – 2,23 %, Ether – 4,18 %, Ripple – 4,21 %, Litecoin – 2,68 %).

Iš jų, didžiausią savaitinę grąžą (4,21 %) generuoja XRP, kurio standartinis nuokrypis taip pat yra didžiausias iš visų aktyvų – 28,56 %. Išanalizavus kitas turto klases pelningiausias aktyvas yra nafta, kurios vidutinė laukiama savaitinė grąža yra 0,41 %. Šis aktyvas turi ir didžiausia riziką, kuri yra 7,11 %.

Kitos turto klasės yra ne tokios pelningos ir rizikingos. Mažiausią grąžą generuoja valiutų kursai bei obligacijos, kurių laukiama grąža yra beveik tokia pat kaip ir jų rizika, įvertinta standartiniu nuokrypiu. USD/JPY vidutinė laukiama savaitė grąža yra neigiama (- 0,02 %), o EUR/USD – tik 0,02 %. Tuo tarpu obligacijų, konkrečiau, S&P Global Sovereign Bond Index ir iShares 7 – 10 Year Treasury Bond (ETF) vidutinė savaitinė laukiama grąža siekia 0,05 %. Šių aktyvų rizika atitinkamai taip pat yra mažiausia lyginti su kitomis turto klasėmis. Valiutų kursų rizika svyruoja apie 1,00 % (EUR/USD – 0,96 %, USD/JPY – 1,11 %), o obligacijų – apie 0,70 %. Taigi, galima daryti prielaidą, jog aktyvai, turintys didesnę riziką, išreikštą standartiniu nuokrypiu, generuoja ir didesnę laukiamą grąžą.

Toliau 5 lentelėje pateikiami penkiolikos aktyvų, kurių kiekvieno apimtis yra 314 savaitės, aprašomosios statistikos duomenys. Kaip ir buvo minėta didžiausią laukiamą grąžą ir taip pat didžiausią riziką, išreikštą standartiniu nuokrypiu, turi kriptovaliutos – laukiama grąža svyruoja nuo 0,02 iki 0,04, o rizika atitinkamai nuo 0,11 iki 0,29. Didelį kriptovaliutų nepastovumą rodo ir dispersijos rodiklis, kurio didžiausias reikšmes turi XRP ir LTC. Didžiausią dispersijos koeficientą iš likusių turto klasių turi nafta, mažesniu nukrypimu nuo vidurkio pasižymi obligacijos, valiutų kursai bei auksas.

5 lentelė.

Aktyvų, įtrauktų į portfelio formavimas, aprašomoji statistika

	BTC	ETH	XRP	LTC	EUR/ USD	GLD	OIL	N225	IEF	SPX	SPGI	SREIT	USD/ JPY	VNQ	CRIX
Vidurkis	0,02	0,04	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Standartinė paklaida	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Mediana	0,01	0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Standartinis nuokrypis	0,11	0,18	0,29	0,20	0,01	0,02	0,07	0,03	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,14
Dispersija	0,01	0,03	0,08	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Eksceso koeficientas	1,99	4,25	28,35	42,33	0,65	4,25	20,46	6,43	2,54	11,43	4,96	20,04	1,72	14,91	66,90
Asimetrijos koeficientas	0,39	1,41	4,40	4,94	0,16	-0,04	1,18	0,04	10,44	-1,44	-0,45	-11,46	-0,20	-1,62	5,81
Imties aibės plotis	0,78	1,28	3,06	2,37	0,06	0,20	0,98	0,31	0,25	0,21	0,06	0,83	0,08	0,37	2,10
Minimumas	-0,34	-0,38	-0,55	-0,35	-0,03	-0,1	-0,38	-0,14	-0,03	-0,13	-0,04	-0,71	-0,04	-0,22	-0,34
Maksimumas	0,45	0,91	2,52	2,02	0,03	0,10	0,59	0,17	0,21	0,08	0,03	0,12	0,04	0,14	1,77
Suma	7,01	13,1	13,2	8,40	0,05	0,51	1,29	0,67	0,43	0,88	0,16	-0,16	-0,06	0,67	10,2
Patikimumo lygis (95.0%)	0,01	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02

Šaltinis: parengta autorės, remiantis istoriniais aktyvų duomenimis.

Neįprastai aukštą kriptovaliutų grąžą rodo ir eksceso koeficientas, kuris lyginant su kitais investiciniais aktyvais yra neįtikėtinai aukštas. Aukščiausią koeficientą turi XRP (28,35) ir LTC (42,33), o tai įtakoti galėjo drastiškas šių kriptovaliutų kainų šuolis 2017 m. Palyginimui, mažiausias eksceso koeficientas priklauso obligacijoms ir valiutų kursams, taip pat neaukštą koeficientą turi ir auksas (4,25). BTC atveju ankstesniuose tyrimuose mokslininkai įrodė, kad ši kriptovaliuta turi iš esmės aukštus asimetrijos ir eksceso koeficientus (Baek ir Elbeck, 2015; Hong ir Lee, 2015). Tačiau, lyginant su kitų aktyvų savaitiniais grąžos rezultatais, Bitcoin asimetrijos koeficientas (0,39) yra ganėtinai mažas, kadangi tiek XRP, tiek LTC asimetrijos koeficientai yra žymiai aukštesni (XRP – 4,40, LTC – 4,94). Tai parodo, kad kriptovaliutos nėra normaliai pasiskirstę.

Tolimesniems skaičiavimas būtina sudaryti kovariacijos matricą, kurios pagalba galima išsiaiškinti kaip aktyvai juda vienas kito atžvilgiu. Ji pateikta 2 priede. Į portfelį vertėtų įtraukti tokius aktyvus, kurie turi neigiamą kovariacijos koeficientą, kaip kad turi ETH ir OIL (-0,0003), LTC ir GLD (-0,0001) ar IEF su beveik visomis kriptovaliutomis. Neigiama kovariacija daugiausia vyrauja tarp valiutų kursų ir kitų investicinių aktyvų, todėl būtent šiuos instrumentus vertėtų apsvarstyti kaip alternatyvą portfelio rizikai paskirstyti. Tačiau kovariacija neparodo ryšio stiprumo tarp aktyvų, todėl analizuojant atskirus investicinio portfelio konstravimui reikalingus investicinius instrumentus svarbu įvertinti koreliaciją – rodiklį, parodantį ryšio stiprumą tarp aktyvų porų (Speed, 2011). 6 lentelė atspindi šiame tyrime analizuojamų investicinių instrumentų tarpusavio ryšį. Kaip matome iš pateiktų duomenų, kriptovaliutos su kitomis turto klasėmis koreliuoja gan silpnai, kadangi koreliacijos koeficientas su kitomis turto klasėmis yra arti 0, todėl jas galima laikyti gera portfelio diversifikavimo priemone. Nepaisant to, BTC, nestipriai, tačiau koreliuoja su nafta (BTC ir naftos koreliacijos koeficientas 0,18) ir Vanguard nekilnojamojo turto indeksu (koreliacijos koeficientas 0,18). Kitų kriptografinių valiutų (ETH, XRP ir LTC) koreliacinis ryšys su kitomis turto klasėmis nesiekia net 0,10 (išskyrus ETH ir GLD). Žvelgiant į LTC, koreliacijos koeficientas tiek su valiutų kursu, tiek su auksu bei obligacijomis yra neigiamas. Tad, net jei atrodo, jog kriptovaliutos nėra patraukli turto klasė kaip atskira investicija, tačiau jos teikia geras investavimo galimybes koreliacijos prasme grupuojant jas portfelyje su kitais aktyvais. Analizuojant kitus investicinius instrumentus galima teigti, kad tų pačių turto klasių indeksai rodo didesnę koreliaciją: N225 ir SPX koreliacijos koeficientas yra 0,48, IEF ir SPGI – 0,21, o VNQ ir SREIT – 0,32. Taip pat aukštą koreliaciją galima išžvelgti tarp aukso ir obligacijų (GLD koreliacijos koeficientas su IFE yra 0,27, o su SPGI – 0,45) bei akcijų ir nekilnojamojo turto indeksų (SPX ir VNQ – 0,42, N225 ir VNQ – 0,36). Norint diversifikuoti portfelį nepartartina jį kartu įtraukti valiutų kursų ir obligacijų (EUR/USD ir SPGI – 0,61, USD/JPY ir N225 – 0,52).

6 lentelė.

Koreliacijos matrica tarp aktyvų, naudojamų investiciniam portfeliams konstruoti

	BTC	ETH	XRP	LTC	EUR/ USD	GLD	OIL	N225	IEF	SPX	SPGI	SREIT	USD/JPY	VNQ	CRIX
BTC	1														
ETH	0,28	1													
XRP	0,30	0,22	1												
LTC	0,54	0,27	0,58	1											
EUR/ USD	-0,03	0,06	0,07	-0,05	1										
GLD	0,12	0,13	0,05	-0,02	0,33	1									
OIL	0,18	-0,02	0,09	0,09	-0,02	0,14	1								
N225	0,18	0,08	0,05	0,14	-0,17	-0,02	0,45	1							
IEF	-0,04	0,00	-0,01	-0,02	0,06	0,27	-0,05	-0,11	1						
SPX	0,11	0,05	0,05	0,09	0,11	0,00	0,27	0,48	-0,09	1					
SPGI	0,06	0,04	0,01	-0,03	0,61	0,45	-0,01	-0,33	0,21	0,07	1				
SREIT	0,05	0,01	0,04	0,01	0,10	0,03	0,07	0,07	-0,69	0,40	0,21	1			
USD/ JPY	0,02	0,00	0,00	0,08	-0,47	-0,43	0,11	0,52	-0,21	0,06	-0,71	-0,11	1		
VNQ	0,18	0,03	0,09	0,12	-0,03	0,31	0,36	0,36	0,05	0,42	0,16	0,32	0,00	1	
CRIX	0,38	0,11	0,25	0,28	0,05	0,03	0,18	0,11	-0,12	0,16	-0,01	0,05	0,01	0,07	1

Šaltinis: parengta autorės, remiantis istoriniais aktyvų duomenimis.

Pateikiant mažiausią tarpusavio ryšį turinčias turto klases vertėtų paminėti obligacijos ir auksą (GLD ir USD/JPY koeficientas -0,47), naftą ir obligacijas, kurių koreliacijos koeficientas taip pat neigiamas (OIL ir IEF tik -0,05, o OIL ir SPGI tik -0,01) bei obligacijas ir valiutų kursus (SPGI ir USD/JPY koreliacijos koeficientas -0,71).

3.2. Portfelį formavimas neįtraukiant kriptografinių valiutų

Visų pirma, kad įvertintume kriptovaliutų įtaką investuotojo pasirinktoms investicijoms turime įvertinti portfelio, į kurį nėra įtraukto kriptovaliutos rezultatus. 7 lentelėje matomi kiekvienai investuotojų grupei sukonstruoti investiciniai portfeliai iš anksčiau aptartų investicinių aktyvų, tačiau į formavimo procesą neįtraukiant kriptografinių valiutų. Visų pirma, buvo sudarytas lygių aktyvų svorių portfelis, kuris naudojamas kaip demonstracinis ir lyginimasis, generuojantis 0,14 % savaitinę laukiamą grąžą ir 1,34 % riziką. Konservatyviam investuotojui, siekiančiam kuo mažesnės rizikos, portfelio (MinRisk) didžiąją dalį sudaro obligacijos (IEF) – 49,27 % bei valiutų kursai (USD/JPY) – 34,98 %, ką buvo galima nuspėti, kadangi tai bene vieni iš saugiausių finansinių instrumentų. Įdomu tai, kad net ir neigiamą vidutinę savaitinę grąžą turintys valiutų kursai (USD/JPY) užima didelę dalį investiciniame portfelyje. Taip pat, dalis skirta nekilnojamojo turto indeksui SREIT (7,65 %), kuris turi mažą koreliaciją su kitomis turto klasėmis ir suteikia

portfeliui stabilumo bei nedidelė dalis skirta EUR/USD bei akcijų indeksui N225. Investuotojui, kuriam svarbiausia maksimali grąža, vertėtų investuoti į naftą, kuri sudaro 100 % portfelio ir teikia 0,41 % savaitinę laukiamą grąžą bei generuoja 7,10 % riziką. Palyginti su vienodų svorių portfeliu, šis portfelis generuoja dvigubai didesnę grąžą, tačiau investuotojas prisiima ir beveik 5,29 karto didesnę riziką. Siekiant išlaikyti portfelio diversifikavimo prielaidą suformuotas maksimalios grąžos portfelis, su apribojimu $w_i \leq 20\%$. Išsprendus optimizavimo problemą gauta, kad portfelį sudaro penki aktyvai, kurių kiekvieno svoris portfelyje yra 20 %. Visi šie aktyvai, išskyrus GLD ir OIL atstovauja skirtingas turto klases, kas parodo aukštą diversifikavimo lygį. Šio portfelio grąža mažesnė už ankstesniojo 0,15 %, tačiau ir rizika sumažėjo daugiau nei per pusę – iki 2,33 %.

7 lentelė.

Pirmojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus neįtraukiant kriptografinių valiutų

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, w ≤ 20 %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max, kai w \leq 20\%$	$SR=max$
EUR/USD	10,00%	6,08%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	10,00%	0,76%	0,00%	20,00%	14,48%
OIL	10,00%	0,00%	100,00%	20,00%	1,02%
N225	10,00%	1,27%	0,00%	0,00%	0,00%
IEF	10,00%	49,27%	0,00%	0,00%	0,00%
SPX	10,00%	0,00%	0,00%	20,00%	49,69%
SPGI	10,00%	0,00%	0,00%	20,00%	0,34%
SREIT	10,00%	7,65%	0,00%	0,00%	34,47%
USD/JPY	10,00%	34,98%	0,00%	0,00%	0,00%
VNQ	10,00%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
$E(\mu)$	0,14%	0,03%	0,41%	0,26%	0,21%
σ	1,34%	0,31%	7,10%	2,33%	1,08%
SR	0,09	0,04	0,06	0,10	0,18

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

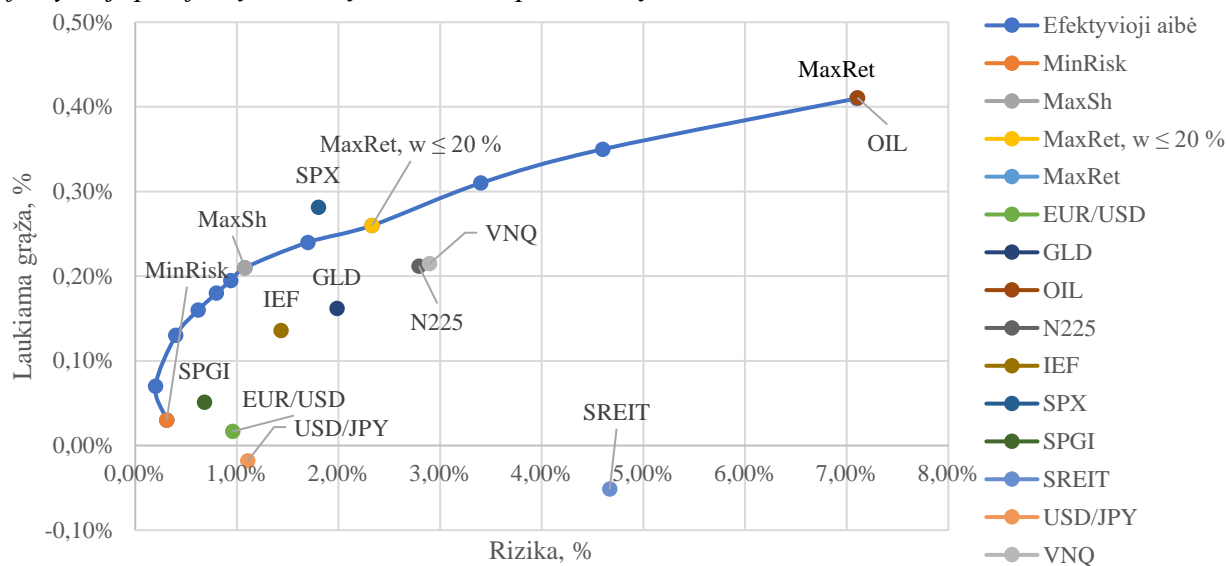
Optimalus portfelis, sukurtas racionaliam investuotojui, siekiančiam suderinti laukiamą grąžą su rizika bei maksimizuojantis Šarpo rodiklį daugiausia sudarytas iš akcijų SPX, kurios užima 49,69 % viso portfelio. Tai daugiausia lemia kai kurių akcijų, tokių kaip Amazon ir Netflix, kurios padidino SPX grąžą, rezultatai. Taip pat didelę dalį užima SREIT nekilnojamojo turto indeksas (34,47 %), tačiau į šį portfelį visiškai neįtraukti valiutų kursai. Šio portfelio Šarpo rodiklis yra 0,18 (dvigubai didesnis nei lyginamojo portfelio), kas parodo, kad prisiimta rizika yra tinkamai

kompensuojama, kadangi šis rodiklis įvertina rizika pakoreguotą grąžą iš kurios galima spręsti ar investuotojas pasiekia didžiausią grąžą vienam rizikos vienetui.

Pagal suformuotą efektyviają portfelių aibę (7 paveikslas) galima pastebėti, kad nafta, yra rizikingiausias ir didžiausią grąžą turintis aktyvas, iš kurios ir sudarytas maksimalios grąžos portfelis.

7 paveikslas.

Efektyvioji portfelių aibė neįtraukiant kriptovaliutų



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Mažiau rizikingi aktyvai, į kuriuos turėtų atkreipti dėmesį konservatyvus investuotojas yra valiutų kursai ir obligacijos, iš kurių sudarytas mažiausią riziką generuojantis portfelis.

Racionaliam investuotojui turėtų rūpėti aktyvai, kurie generuoja didesnę grąžą, tačiau atsižvelgiant į riziką, ji turėtų būti arčiau konservatyvaus investuotojo portfelio generuojamos grąžos. Tokie aktyvai būtų auksas, akcijos bei nekilnojamojo turto indeksai.

3.3. Portfeliai suformuoti įtraukiant Bitcoin

Siekiant išsiaiškinti vieną iš šiam tyrimui iškeltų hipotezių sekantys portfeliai suformuoti įtraukiant į juos pirmąją ir pagrindinę, iki šiol vis dar užimančią didžiausią rinkos dalį, kriptovaliutą – Bitcoin. Į visus ši kriptovaliuta buvo įtraukta su prielaida $BTC \geq 6\%$ (8 lentelė). Ši prielaida padaryta remiantis Andriato, Diputra (2017) moksliniu darbu, kuriame nustatyta, kad kriptovaliutų įtraukimas investiciniame portfelyje turėtų būti 5 – 20 %, priklausomai nuo investuotojo tolerancijos rizikai bei Liu ir Tsyvinski (2018) tyrimu, kuriame nustatyta, kad Bitcoin turėtų užimti mažiausiai 6 % portfelio. Taigi, visų pirma, kalbant apie mažiausios rizikos portfelį,

įtraukus 6 % BTC, kita portfelio dalis skiriama obligacijoms (SPGI – 33,97 %, IEF – 12,04 %), valiutų kursai (USD/JPY – 32,05 %, EUR/USD – 14,17 %) bei nedidelę dalį užima nekilnojamojo turto indeksas. Lyginant su tolydžiuoju portfeliu rizika mažesnė 1,00 %, tačiau lyginant su portfeliu, kuriame nėra įtrauktos kriptovaliutos, rizika vis tiek gana didelė (be kriptovaliutų rizika 0,31 %, su BTC – 0,72 %). Žvelgiant į maksimalios grąžos portfelį, jis sudarytas tik iš BTC ir generuoja 2,23 % savaitinę laukiamą grąžą. Tačiau siekiant portfelio diversifikacijos tam pasirinkta keletą apribojimų ($w_i \leq 20$ %, $BTC \geq 6$ %) ir suformavus investicinį portfelį, generuojantį didžiausią grąžą, gavome, kad šalia BTC, portfelis sudarytas iš žaliavų (GLD - 14,00 %, OIL – 20,00 %), akcijų (N225 ir SPX po 20,00 %) bei nekilnojamojo turto (VNQ). Lyginant su tolygiuoju portfeliu BTC portfelio grąžą įtakojo ne itin stipriai (didesnė 0,05 %), tačiau lyginant su portfeliu, kuriame kriptovaliutos nėra įtrauktos, laukiama savaitinė portfelio grąžą su 6 % BTC padidėjo 0,12 %.

8 lentelė.

Antrojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant Bitcoin

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, $w \leq 20$ %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max, kai w \leq 20$ %	$SR=max$
BTC	9,09%	6,00%	100,00%	6,00%	6,00%
EUR/USD	9,09%	14,17%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	9,09%	0,00%	0,00%	14,00%	5,86%
OIL	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
N225	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
IEF	9,09%	12,04%	0,00%	0,00%	27,86%
SPX	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	30,78%
SPGI	9,09%	33,97%	0,00%	0,00%	19,73%
SREIT	9,09%	1,77%	0,00%	0,00%	0,00%
USD/JPY	9,09%	32,05%	0,00%	0,00%	9,77%
VNQ	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
$E(\mu)$	0,33%	0,16%	2,23%	0,38%	0,28%
σ	1,72%	0,72%	10,75%	2,52%	1,00%
SR	0,18	0,20	0,21	0,14	0,26

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

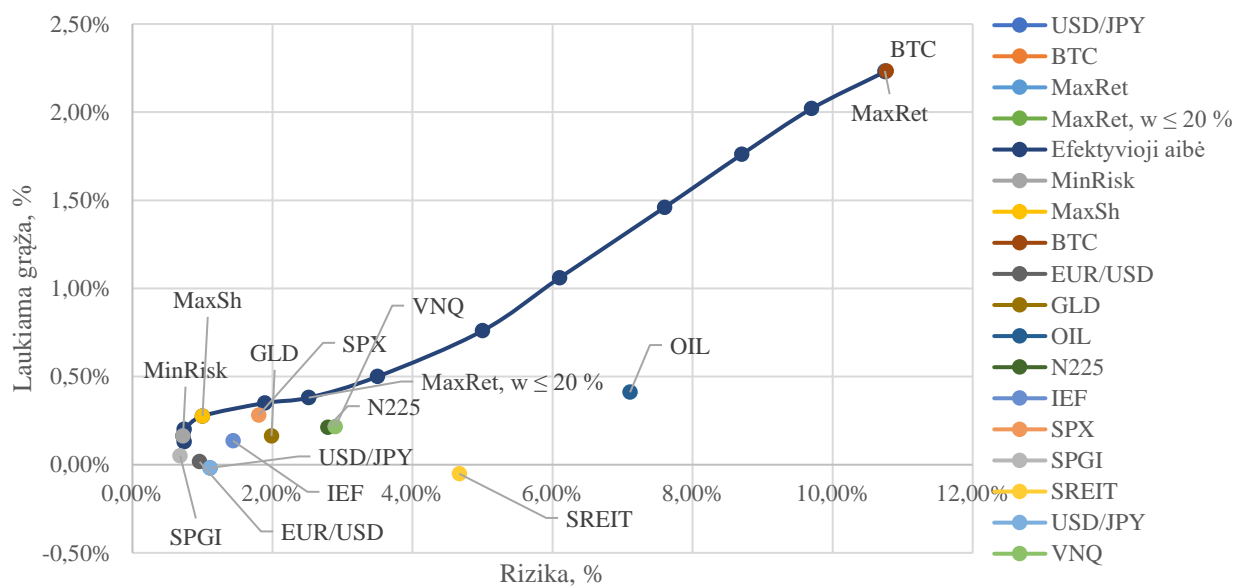
Optimalaus portfelio su maksimizuotu Šarpo rodikliu rezultatai įtraukus BTC taip pat pagerėjo. Portfelis, daugiausia sudarytas iš obligacijų ir akcijų (SPX – 30,78 %, IEF – 27,86 %, SPGI – 19,73 %), riziką kompensuoja daug geriau: portfelio, kuriame BTC įtraukiamas bent 6 % generuoja 0,08 didesnę Šarpo rodiklį, nei portfelis be kriptografinių valiutų). Taigi, H2 galima

laikyti priimtina, kadangi įtraukus į portfelį Bitcoin, kiekvienai beveik investuotojų grupei, jis generuoja geresnius rezultatus, nei portfelis be pagrindinės kriptovaliutos.

Efektiviojoje portfelių aibėje, pavaizduotoje 8 paveiksle, aiškiai matyti, kad didžiausiu pelningumu, tačiau tuo pat metu ir didžiausia rizika, pasižymi BTC, kuri aktualus investuotojams, siekiantiems maksimalios grąžos neatsižvelgiant į riziką.

8 paveikslas.

Efektivioji portfelių aibė įtraukiant Bitcoin



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Taip pat toks investuotojas turėtų atkreipti dėmesį į naftą, kadangi jos laukiama savaitinė grąža yra santykinai didelė – 0,41 % , tačiau dėl to generuoja ir didelę riziką – 7,12 % . Nepaisant didelės rizikos, investuotojams vertėtų apsvarstyti Bitcoin įtraukimą nors maža dalimi, siekiant diversifikuoti portfelį.

3.4. Portfeliai su kriptovaliutų indeksu CRIX

Kriptovaliutų indeksas CRIX, sukurtas Trimborn ir Hardle 2016 m. yra naudojama kaip kriptovaliutų rinkos tarpininkas. Didėjant kriptovaliutų kiekiui ir mažėjant Bitcoin dominavimui rinkoje, reikėjo indekso, kad būtų galima stebėti kriptografinių valiutų plėtrą rinkoje. Siekiant išsiaiškinti kriptovaliutų poveikį investiciniam portfeliams, į jų konstravimus įtrauktas ir šis indeksas siekiant išanalizuoti ar jis turi tokį pat efektą rezultatams kaip ir kitos kriptovaliutos bei priimti arba paneigti hipotezę *H4* (9 lentelė). Mažiausios rizikos portfelis formuotas su prielaida, kad CRIX užims bent 5 % portfelio. Kartu su CRIX, didžiąją portfelio dalį kaip ir ankstesniuose

portfeluose užima obligacijos (SPGI – 42,70 %, IEF – 16,98 %) bei valiutų kursai ir nekilnojamojo turto indeksas (EUR/USD – 1,32 %, USD/JPY – 31,32 %, SREIT – 2,68 %). Viso portfelio rizika palyginti su tolygaus portfelio mažesnė 1,33 %. Lyginant su portfeliu, kuriame įtrauktas BTC, šio saugiausio portfelio su CRIX rizika yra mažesnė 0,12 %, kas parodo CRIX naudą investicinio portfelio rezultatams.

9 lentelė.

Trečiojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant CRIX

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, w ≤ 20 %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max, kai w \leq 20 \%$	$SR=max$
EUR/USD	9,09%	1,32%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	9,09%	0,00%	0,00%	0,00%	10,21%
OIL	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
N225	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
IEF	9,09%	16,98%	0,00%	0,00%	43,07%
SPX	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	38,09%
SPGI	9,09%	42,70%	0,00%	0,00%	0,00%
SREIT	9,09%	2,68%	0,00%	0,00%	0,00%
USD/JPY	9,09%	31,32%	0,00%	0,00%	0,00%
VNQ	9,09%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
CRIX	9,09%	5,00%	100,00%	20,00%	8,63%
$E(\mu)$	0,43%	0,17%	3,26%	0,88%	0,46%
σ	1,93%	0,60%	14,38%	3,95%	1,59%
SR	0,21	0,25	0,23	0,22	0,28

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

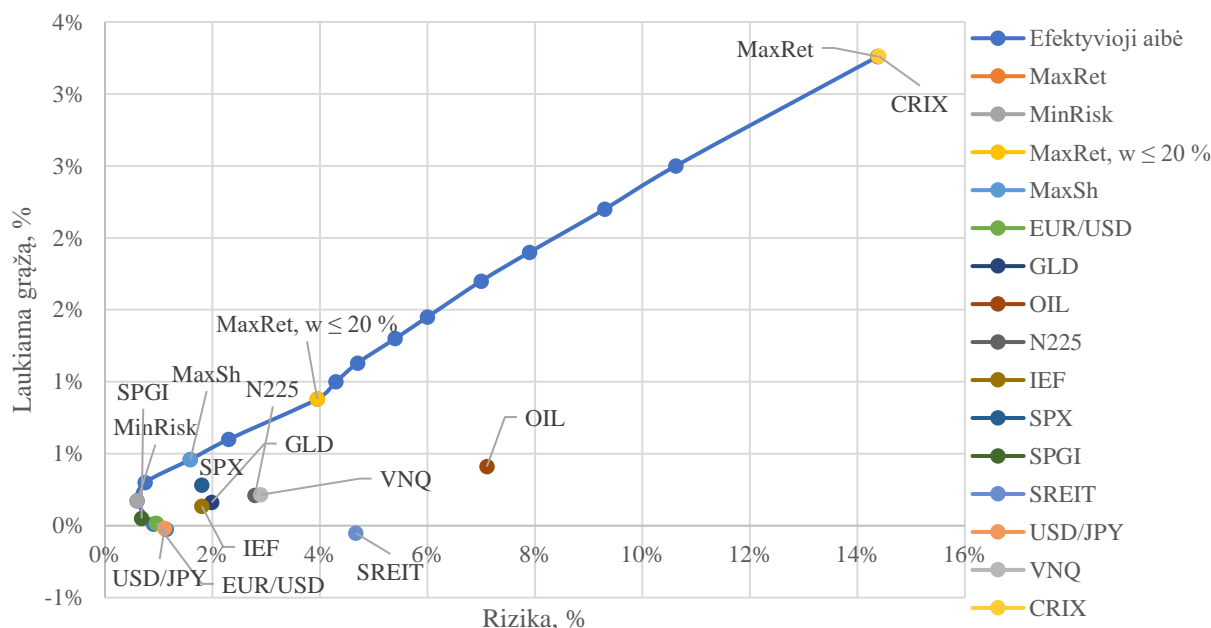
Kalbant apie didžiausios laukiamos gražos portfelį, jo nediversifikuojant, vienintelis aktyvas, kuri lyginant su tolygiuoju portfeliu padidintų laukiamą savaitinę gražą 2,83 %, yra CRIX. Tokį rezultatą buvo galima nuspėti, kadangi neskaitant kitų kriptovaliutų CRIX turi aukščiausią vidutinę savaitinę gražą lygią 3,26 %. Tačiau, siekiant portfelio diversifikacijos, portfelis, generuojantis didžiausią laukiamą gražą kartu su CRIX į savo sudėtį įtrauktų ir akcijas (N225, SPX), naftą bei nekilnojamojo turto indeksą VNQ. Šio portfelio gražą lyginant su tolygiuoju portfeliu padidėtų beveik dvigubai – iki 0,88 %, o lyginant su portfeliu, kuriame vietoj CRIX yra įtraukta BTC, laukiama savaitinė gražą šiuo atveju didesnė 0,50 %. Aptariant paskutinį, optimalų, Šarpo rodiklį maksimizuojantį, portfelį, didžiausią jo dalį užima obligacijos (IEF – 43,07 %) bei akcijos (SPX – 38,09 %). CRIX indeksas šiame portfelyje užima 8,63 %, o likusi dalis skirta auksui. Šio portfelio Šarpo rodiklis didesnis 0,07 nei tolygiojo, o lyginant su ankstesniais aptartais portfeliais CRIX rezultatus pagerina, į portfelį neįtraukus jokių kriptovaliutų

Šarpo rodiklis mažesnis 0,10, tada galima sakyti, kad su CRIX rizika kompensuojama geriau, o lyginant su portfeliu, kuriame yra įtraukta BTC, Šarpo rodiklis šiuo atveju yra didesnis, tačiau labai nedaug – tik 0,02. Tad šioje vietoje galime daryti išvadą, kad CRIX yra tinkama priemonė portfelio diversifikavimui.

Pagal 9 paveikslą galima matyti, kad rizikingiausias ir didžiausią laukiamą grąžą turintis aktyvas yra kriptovaliutų indeksas CRIX su 3,26 % savaitine laukiama grąža ir 14,40 % rizika, tinkantis maksimalių portfelio rezultatų siekiantiems investuotojams,

9 paveikslas.

Efektivioji portfelių aibė įtraukiant CRIX



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Nepaisant to, maža dalimi įtrauktas į diversifikuotą portfelį indeksas galėtų pagerinti portfelio rezultatus net ir konservatyviems investuotojams, tačiau didžiąją dalį tokio investuotojo portfelio turėtų sudaryti valiutų kursai bei obligacijos, kurios paveiksle pavaizduotos kaip turinčios mažiausią riziką.

3.5. Portfeliai su keliomis kriptovaliutomis

Norint patikrinti H3 hipotezę sukonstruoti ketvirtojo tipo portfeliai – bent maža dalimi įtraukiant kelias atskiras kriptovaliutas, tačiau į portfelio konstravimą neįtraukiant CRIX (10 lentelė). Šiems portfeliams konstruoti buvo pritaikyta prielaida, kad kriptovaliutos portfeliuose užims bent 5 %. Minimalios rizikos portfelyje šalia kriptovaliutų į portfelį įtrauktos ir obligacijos (SPGI – 43,24 %, IEF – 11,20 %), valiutų kursai (USD/JPY – 25,29 %, EUR/USD – 0,05 %) bei

nekilnojamojo turto indeksas (SREIT – 0,22 %). Įvertinus portfelio generuojamą riziką, palyginus su tolygiuoju portfeliu, ji mažesnė 1,46 %. Tačiau lyginant su ankstesniais portfelių tipais, šiuo atveju rizika yra pati didžiausia – 2,89%. Tai parodo, kad įtraukus kelias kriptografines valiutas konservatyvus investuotojas patirtų didesnę riziką, nei įtraukus tik BTC ar CRIX. Aptariant maksimalios laukiamos grąžos portfelius, įtraukiant kriptovaliutas, kurų didžiąją dalį užimtų XRP, laukiama grąža, lyginant su tolygiuoju portfeliu, būtų didesnė 3.35 %, o lyginant su ankstesniais portfelių tipais, šis generuotų didžiausią grąžą iš visų – 4,40 %. Norint labiau diversifikuoti maksimalios laukiamos grąžos portfelį, pasirinkti apribojimai, kur kriptovaliutų svoris portfelyje būtų ≥ 5 %, tačiau visų aktyvų svoriai būtų ≤ 20 %. Į tokį portfelį, šalia kriptografinių valiutų įtraukta ir nafta. Tokio portfelio grąža, palyginti su aptartu anksčiau mažesnė 1,66 %, tačiau ji yra 1,86 % didesnė už portfelio su CRIX, 2,36 % didesnė už portfelio su BTC ir 2,48 % didesnė už portfelio, kuriame kriptovaliutos išvis neįtrauktos. Tai parodo, kad portfelis, kuriame įtrauktos kelios kriptovaliutos generuoja didesnę laukiamą grąžą už kitų tipų portfelius.

10 lentelė.

Ketvirtojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, įtraukiant kelias kriptovaliutas

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, w ≤ 20 %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max, kai w \leq 20 \%$	$SR=max$
BTC	7,14%	5,00%	5,00%	20,00%	15,01%
ETH	7,14%	5,00%	5,00%	20,00%	15,96%
XRP	7,14%	5,00%	85,00%	20,00%	5,00%
LTC	7,14%	5,00%	5,00%	20,00%	5,00%
EUR/USD	7,14%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OIL	7,14%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
N225	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEF	7,14%	11,20%	0,00%	0,00%	7,74%
SPX	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	51,29%
SPGI	7,14%	43,24%	0,00%	0,00%	0,00%
SREIT	7,14%	0,22%	0,00%	0,00%	0,00%
USD/JPY	7,14%	25,29%	0,00%	0,00%	0,00%
VNQ	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
$E(\mu)$	1,05%	0,70%	4,40%	2,74%	1,50%
σ	4,35%	2,89%	25,24%	11,71%	5,17%
SR	0,24	0,23	0,16	0,23	0,29

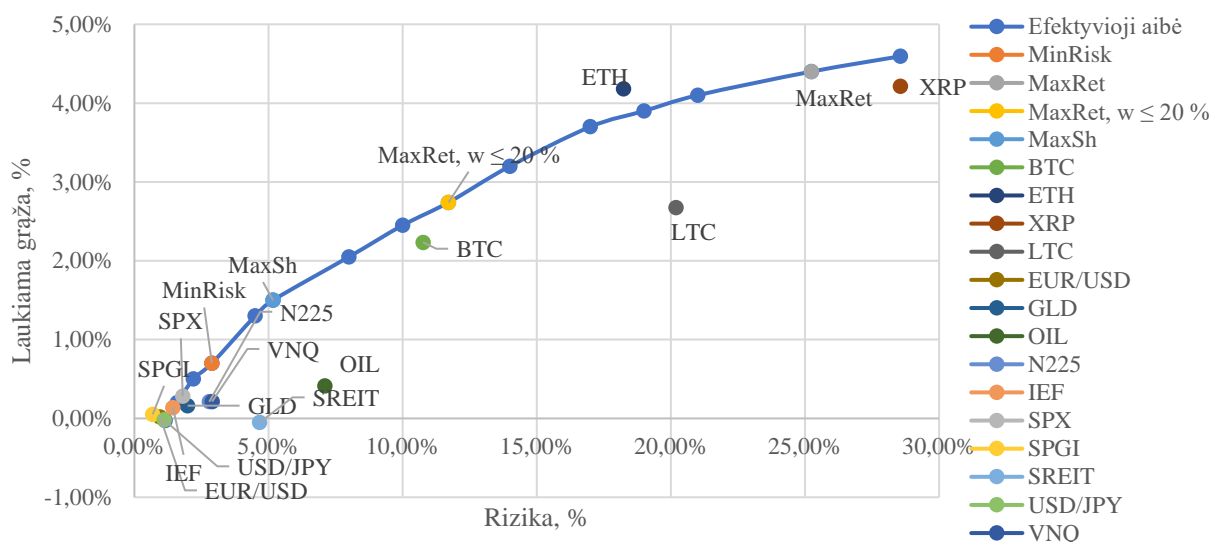
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Maksimizuojant Šarpo rodiklį kartu su kriptovaliutomis įtrauktas ir akcijų indeksas, kuris mažai koreliuoja su kriptovaliutomis, tačiau turi sąlyginai didelę vidutinę laukiamą savaitinę grąžą bei obligacijų indeksas kompensuojantis riziką. Šio portfelio Šarpo rodiklis yra didžiausias iš visų anksčiau sudarytų – 0,29. Tai parodo, kad įtraukus kelias kriptovaliutas portfelis tampa labiau optimizuotas lyginant su portfeliu kuriame įtraukta tik Bitcoin. Taip pat norint diversifikuoti portfelį paranku įtraukti keletą kriptografinių valiutų, kadangi taip Šarpo rodiklis tampa didesnis (šiuo atveju rodiklis didesnis 0,11, lyginant su portfeliu, kuriame nėra įtrauktos kriptovaliutos).

Formuojant efektyviają portfelio aibę su keliomis kriptovaliutomis (10 paveikslas) matyti, kad rizikingiausi ir didžiausią grąžą turintys investiciniai aktyvai yra aptartosios kriptovaliutos.

10 paveikslas.

Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant keletą kriptovaliutų



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Didžiausiu pelningumu – 4,21 % - tačiau ir itin didele rizika – 28,56 % pasižymi XRP. Toks didelis kintamumas turėtų būti aktualus tik patyrusiems investuotojams, nebijantiems rizikuoti ir siekiantiems išlošti iš tokių didelių kainų svyravimų. Žvelgiant į šį paveikslą galime matyti, kad BTC iš visų kriptovaliutų turi mažiausią riziką ir mažiausią grąžą, todėl būtent jis turėtų būti apsvarstytas kaip priemonė diversifikuoti ir pagerinti portfelio rezultatus tiek konservatyvaus, tiek racionalaus investuotojui, kadangi subalansuota grąža ir rizika turėtų padidinti Šarpo rodiklį.

3.6. Portfeliai iš tradicinių ir alternatyvių aktyvų

Galiausiai, paskutiniam portfelių tipui buvo naudojami visi aktyvai: tiek tradicinės bei alternatyvios turto klasės, tiek kriptovaliutos, tiek kriptovaliutų indeksas. Šis portfelių tipas

išskirtas į dvi dalis: viena – į portfelį įtraukiant bent 5 % kriptovaliutų ir CRIX, antra – netaikant jokių apribojimų. Pirmam variantui taikomi apribojimai, kadangi siekiama įvertinti kriptovaliutų, ir CRIX kartu daromą įtaką portfelių rezultatams, o netaikant apribojimų į kai kuriuos portfelius jos nebus įtrauktos išvis. Taigi pirmiausiai išanalizuotas pirmasis variantas su apribojimais (11 lentelė). Įtraukus kriptovaliutas ir CRIX indeksą mažiausios rizikos portfelis suformuotas kartu su obligacijomis ir valiutų kursais, kurie užima labai panašius svorius: IEF – 18,59 %, SPGI – 33,91 %, USD/JPY – 21,32 %. Šio portfelio rizika palyginti su tolygiuoju yra mažesnė 1,28 %, tačiau žvelgiant į ankstesnius portfelius, CRIX ir kelių kriptovaliutų įtraukimas generuoja didesnę riziką. Priešingai nei mažiausios rizikos portfeliui, teikiančiam didžiausią grąžą šių aktyvų įtraukimas padidina laukiamą savaitinę grąžą iki 3,99 %, tačiau lyginant su ankstesniu portfeliu, kur CRIX nebuvo įtrauktas, grąžą yra 0,41 % mažesnė.

11 lentelė.

Penktojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, į formavimą įtraukiant visus aktyvus (kriptovaliutas ir CRIX ≥ 5 %)

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, w ≤ 20 %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max$, kai $w \leq 20$ %	$SR=max$
BTC	6,67%	5,00%	5,00%	20,00%	7,57%
ETH	6,67%	5,00%	5,00%	20,00%	18,29%
XRP	6,67%	5,00%	80,00%	20,00%	5,00%
LTC	6,67%	5,00%	5,00%	20,00%	5,00%
EUR/USD	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OIL	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
N225	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEF	6,67%	18,59%	0,00%	0,00%	13,54%
SPX	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	29,42%
SPGI	6,67%	33,91%	0,00%	0,00%	0,00%
SREIT	6,67%	1,17%	0,00%	0,00%	0,00%
USD/JPY	6,67%	21,32%	0,00%	0,00%	0,00%
VNQ	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CRIX	6,67%	5,00%	5,00%	20,00%	21,18%
$E(\mu)$	1,20%	0,87%	3,99%	3,31%	2,07%
σ	4,48%	3,20%	24,01%	12,70%	6,46%
SR	0,27	0,27	0,17	0,26	0,32

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Apribojus aktyvų svorius portfelyje ≤ 20 %, kriptovaliutoms ir CRIX teko vienodas svoris – po 20 %. Toks portfelio pasiskirstymas sumažino laukiamą portfelio grąžą iki 3,31 %, tačiau padidino šio portfelio Šarpo rodiklį, tad apribojus portfelio svorius, prisiimta rizika yra geriau

kompensuojama laukiama grąža, Be to, taip apribojus portfelio svorius laukiama grąža gaunama didžiausia lyginant su ankstesniais portfelio tipais. Žvelgiant į optimaliausią portfelį racionaliam investuotojui galima pastebėti, kad jis sudarytas ne tik iš kriptovaliutų ir CRIX, bet ir iš SPX (29,42 %) ir IEF (13,54 %). Šio portfelio Šarpo rodiklis yra labai didelis palyginti su kitais – 0,32.

Toliau 12 lentelėje išanalizuoti portfeliai, kuriuos formuojant nebuvo pasitelkti kriptovaliutų ir CRIX apribojimai. Žvelgiant į mažiausios rizikos portfelį (12 lentelė), kuriam formuoti buvo pasitelkti visi aktyvai, galima pastebėti, kad jis sudarytas iš skirtingų turto klasių – daugiausia valiutų kursų (EUR/USD – 6,00 %, USD/JPY – 34,90 %) ir obligacijų indeksų (IEF – 7,85 %, SPGI – 49,26 %), taip pat iš nekilnojamojo turto indekso SREIT, aukso ir CRIX indekso.

12 lentelė.

Penktojo etapo portfeliai, suformuoti pagal skirtingus investuotojų tikslus, į formavimą įtraukiant visus aktyvus (be apribojimų)

	Tolygus	MinRisk	MaxRet	MaxRet, w ≤ 20 %	MaxSh
	$w=1/N$	$\sigma=min$	$E(\mu)=max$	$E(\mu)=max, kai w \leq 20 \%$	$SR=max$
BTC	6,67%	0,00%	0,00%	20,00%	3,23%
ETH	6,67%	0,00%	0,00%	20,00%	5,61%
XRP	6,67%	0,00%	100,00%	20,00%	0,62%
LTC	6,67%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%
EUR/USD	6,67%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GLD	6,67%	0,70%	0,00%	0,00%	0,00%
OIL	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
N225	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEF	6,67%	7,85%	0,00%	0,00%	51,42%
SPX	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	29,20%
SPGI	6,67%	49,16%	0,00%	0,00%	0,00%
SREIT	6,67%	1,30%	0,00%	0,00%	0,00%
USD/JPY	6,67%	34,90%	0,00%	0,00%	0,00%
VNQ	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CRIX	6,67%	0,09%	0,00%	20,00%	9,92%
$E(\mu)$	1,20%	0,03%	4,21%	3,31%	0,72%
σ	4,48%	0,31%	28,52%	12,70%	1,98%
SR	0,27	0,05	0,15	0,26	0,35

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

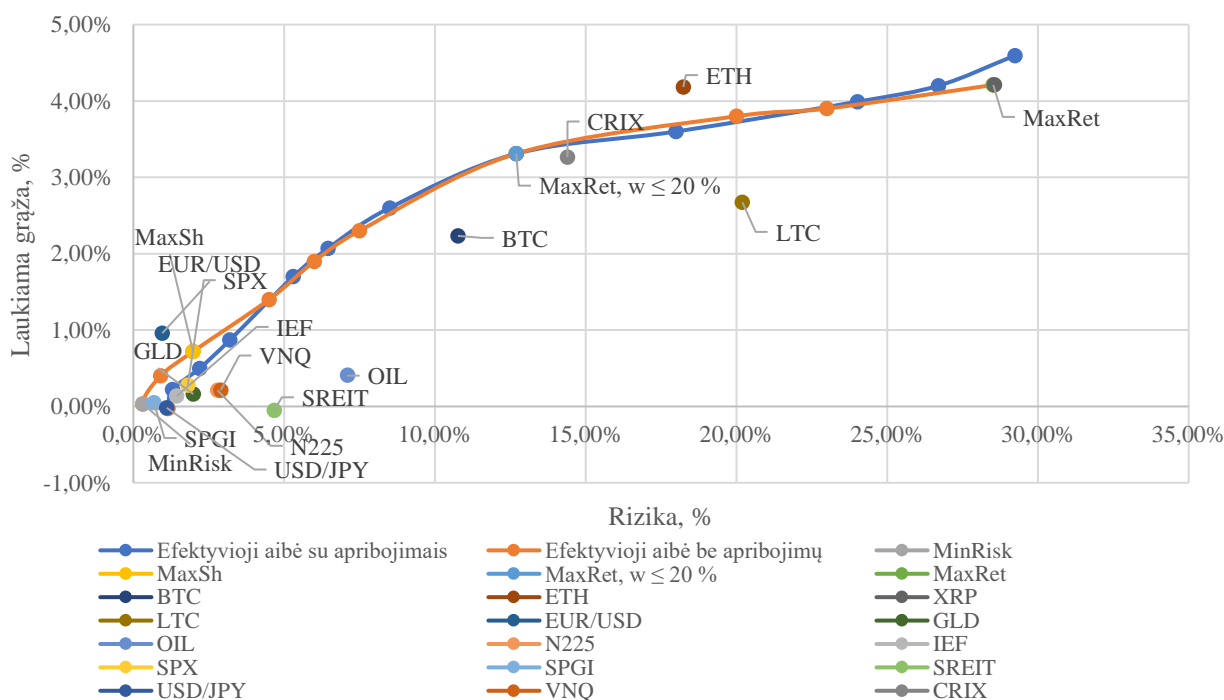
Labai panaši sudėtis buvo ir portfelio, suformuoto be kriptovaliutų, o abiejų portfelių standartinis nuokrypis toks pat – 0,32 %. Tai parodo, kad kriptovaliutas, šiuo atveju jų indeksą CRIX, be abejo gali įtraukti ir konservatyvūs investuotojai, kadangi tiek grąža, tiek rizika šiuo atveju yra tokia pati, kaip ir portfelio be kriptovaliutų, o Šarpo rodiklis šiuo atveju yra net šiek tiek

didesnes (0,05), kas parodo geresnį portfelio diversifikavimą. Didžiausios laukiamos grąžos portfelis, kuris nėra apribotas konkrečiais aktyvų svoriais, sudarytas tik iš vieno investicinio instrumento – XRP, kuris iš visų naudojamų investicijų turi didžiausią vidutinę savaitinę laukiamą grąžą – 4,21 %. Tačiau siekiant labiau diversifikuoti portfelį ir apribojus aktyvo svorius $\leq 20\%$, gaunamas toks pat investicinis portfelis kaip ir 12 lentelėje, kurioje kriptovaliutų ir CRIX svoriai buvo apriboti, o portfelio laukiama grąža – 3,31 %. Taigi, galima daryti išvadą, kad agresyvus investuotojas, kuris siekia maksimalios grąžos ir nebijo rizikuoti, turėtų į investicinį portfelį įtraukti kriptovaliutas bei apvarstyti CRIX įtraukimą. Žvelgiant į paskutinį, optimalų racionalaus investuotojo portfelį, kuris sudarytas iš kriptovaliutų (3,23 % BTC, 5,61 % ETH ir 0,62% XRP), obligacijų (51,42 % IEF), akcijų (29,20 % SPX) bei kriptovaliutų indekso (9,92 % CRIX) pastebima, kad šis portfelis turi didžiausią Šarpo rodiklį – 0,35. Lyginant su kitais portfeliais, savaitinė grąža šiuo atveju nėra labai didelė – 0,72 %, kai, pavyzdžiui, portfelyje, kuriame kriptovaliutos užima ne mažiau 5 % portfelio dalies, laukiama grąža 2,07 %, tačiau rizika šiuo atveju yra geriau subalansuota (mažesnė 4,48 % už aptartojo portfelio).

Siekiant geriau įvertinti aktyvų pasiskirstymą aplink efektyviają aibę, verta pažvelgti į 11 paveikslą.

11 paveikslas.

Efektyvioji portfelių aibė įtraukiant visus aktyvus



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Jame mėlyna linija pažymėta efektyvioji aibė su apribojimais, o oranžinė – be apribojimų. Tiek su apribojimais, tiek be apribojimų, rizikingiausias ir didžiausią laukiamą grąžą turintis

aktyvas – XRP, tačiau kitos kriptovaliutos taip pat tinkamas pasirinkimas diversifikavimui portfelio, kuriuo siekiama uždirbti didžiausią pelną neatsižvelgiant į riziką, BTC generuojantis 2,23 % laukiamą grąžą bei 10,77 % riziką yra arčiau kitų tradicinių turto klasių, tad ši investicija turėtų geriau patenkinti tiek konservatyvių, tiek racionalių investuotojų tikslus bei portfelio diversifikavimą.

3.7. Rezultatų įvertinimas

Siekiant įvertinti suformuotų portfelių rezultatus ir išsiaiškinti kriptovaliutų įtaką jiems, apskaičiuoti šeši rodikliai: Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfa ir Informacijos Gauti rezultatai pateikti 13 lentelėje.

Visų pirma, aptariami portfeliai, kuriuose neįtrauktos kriptovaliutos. Kuo aukštesnis Sortino rodiklis, tuo efektyviau veikia portfelis, neprisiimdamas nereikalingos rizikos, kuri nėra atlyginama didesne grąža. Visų portfelių Sortino rodiklis yra mažesnis nei 0,500, kas rodo, kad investuotojui nėra atlyginama už prisiimtą papildomą riziką. Portfelių Omega rodikliai taip pat panašūs. Didžiausią diversifikacijos rodiklį (5,11) turi minimalios rizikos portfelis, kurį sudaro visų skirtingų turto klasių aktyvai. Tuo metu mažiausiai diversifikuoti portfeliai yra maksimalios grąžos, kurių rodikliai yra 1,21 ir 1,27. Kalbant apie Jenseno alfa rodiklį visi portfeliai turi teigiamas reikšmes, kurios indikuoja, kad portfelių pelnas pralenkė rinką, tačiau aukščiausias rodiklis yra maksimalios grąžos portfelio – 0,67 %. Vertinant informacijos rodiklį, kaip ir kitų rodiklių, aukščiausią reikšmę turi maksimalios grąžos portfelis (0,02). Kiti portfeliai turi neigiamą informacijos rodiklį, o tai reiškia, kad šie portfeliai negavo jokios perteklinės grąžos.

Įtraukus į portfelį Bitcoin kriptovaliutą, tiek Sortino, tiek Omega rodikliai padidėjo, Pavyzdžiui, portfelio, maksimizuojančio Šarpo rodiklį Sortino rodiklis lyginant su portfelium be kriptovaliutų padidėjo 0,34, o Omega – 0,93. Tai parodo, kad portfeliai su Bitcoin veikia efektyviau. Dėl Bitcoin įtraukimo sumažėjo daugumos portfelių diversifikavimo rodiklis, kadangi viena iš prielaidų buvo, kad portfelyje būtina turi būti įtraukta Bitcoin, kas sumažina diversifikavimo galimybes, tačiau įvertinant likusius Treynor, Jenseno ir Informacijos rodiklius, visų vertės padidėjo, o tai parodo, kad portfelių rezultatai viršija rinką. Pavyzdžiui, Informacijos rodiklio reikšmės minimalios rizikos portfelyje, nepaisant to, kad vis tiek liko neigiami, padidėjo nuo -0,41 iki -0,16 įtraukus Bitcoin, o maksimizuojančio Šarpo rodiklio portfelio rezultatai, padidėjo nuo -0,06 iki -0,01.

Suformuotų portfelių, įtraukus CRIX indeksą, rezultatai taip pat pagerėjo. Abu, Sortino ir Omega, rodikliai, lyginant su prieš tai suformuotais portfeliais ženkliai padidėjo. Pavyzdžiui, minimalios rizikos portfelio rodikliai atitinkamai yra 0,57 bei 2,41, o maksimalios grąžos, su

aktyvų svorių portfelyje apribojimais – 0,39 ir 2,05. Kiti rodikliai (Treyonr, Jenseno alfa ir Informacijos) įtraukus CRIX taip pat padidėjo, kas identifikuoja, kad portfeliai uždirbo teigimą gražą, už savo prisiimtos rizikos lygį.

Toliau, įtraukiant keletą kriptovaliutų bent 5 %, tačiau paliekant nuošalyje CRIX, ryškiausias pokytis matosi su Treynor rodikliu, kuris minimalios rizikos portfelyje padidėja iki 19,40, maksimalios gražos be svorių apribojimų portfelyje iki 16,55, o maksimalios gražos portfelyje su svorių apribojimais portfelyje iki 10,61. Tai parodo, kad portfeliai su keliomis kriptovaliutomis uždirbo didesnę kiekvieno rizikos vieneto gražą. Be to, tai reiškia, kad turtas ar turto portfelis uždirbo geresnę gražą, nei buvo galima tikėtis atsižvelgiant į jo prisiimamos rizikos lygį.

13 lentelė.

Portfelių, suformuotų atsižvelgiant į investuotojų tikslus, rezultatų įvertinimas pasitelkiant rodiklius

<i>Portfeliai neįtraukiant kriptovaliutų</i>				
	<i>MinRisk</i>	<i>MaxRet</i>	<i>MaxRet, w ≤ 20 %</i>	<i>MaxSh</i>
<i>Sortino</i>	0,20	0,09	0,15	0,08
<i>Omega</i>	1,44	1,22	1,44	1,32
<i>Diversifikacijos</i>	5,11	1,00	1,56	2,58
<i>Treynor</i>	2,78	1,21	1,27	0,54
<i>Jensen alfa</i>	0,06%	0,67%	0,37%	0,36%
<i>Informacijos</i>	-0,41	0,02	-0,03	-0,06
<i>Portfeliai, kuriuose įtrauktas Bitcoin</i>				
<i>Sortino</i>	0,37	0,36	0,2	0,42
<i>Omega</i>	1,87	1,81	1,61	2,25
<i>Diversifikacijos</i>	2,25	1,00	1,53	1,96
<i>Treynor</i>	6,66	10,83	1,62	2,59
<i>Jensen alfa</i>	0,16%	2,38%	0,55%	0,34%
<i>Informacijos</i>	-0,16	0,18	0,04	-0,01
<i>Portfeliai kuriuose įtrauktas CRIX</i>				
<i>Sortino</i>	0,57	0,57	0,39	0,55
<i>Omega</i>	2,41	2,34	2,05	2,65
<i>Diversifikacijos</i>	2,46	1,00	1,47	1,73
<i>Treynor</i>	6,94	8,12	2,89	3,18
<i>Jensen alfa</i>	0,20%	3,57%	1,11%	0,56%
<i>Informacijos</i>	-0,11	0,21	0,15	0,11

13 lentelės tęsinys.

<i>Portfeliai kuriuose įtraukos kelios kriptovaliutos</i>				
<i>Sortino</i>	0,53	0,48	0,50	0,55
<i>Omega</i>	2,16	1,95	2,12	2,28
<i>Diversifikacijos</i>	1,60	1,06	1,45	1,55
<i>Treynor</i>	19,40	16,55	10,61	6,04
<i>Jensen alfa</i>	0,71%	4,22%	2,94%	1,69%
<i>Informacijos</i>	0,14	0,15	0,21	0,24
<i>Portfeliai, įtraukiant visus aktyvus (kriptovaliutos ir CRIX $\geq 5\%$)</i>				
<i>Sortino</i>	0,60	0,49	0,58	0,66
<i>Omega</i>	2,37	2,00	2,30	2,55
<i>Diversifikacijos</i>	1,69	1,08	1,45	1,60
<i>Treynor</i>	11,91	15,85	12,22	8,24
<i>Jensen alfa</i>	0,91%	4,17%	3,52%	2,26%
<i>Informacijos</i>	0,18	0,15	0,24	0,28
<i>Portfeliai, įtraukiant visus aktyvus (be apribojimų)</i>				
<i>Sortino</i>	0,16	0,45	0,58	0,73
<i>Omega</i>	1,36	1,88	2,30	2,87
<i>Diversifikacijos</i>	3,21	2,25	1,45	2,14
<i>Treynor</i>	2,75	17,19	12,22	5,83
<i>Jensen alfa</i>	0,02%	4,39%	3,52%	0,90%
<i>Informacijos</i>	-0,81	0,14	0,24	0,23

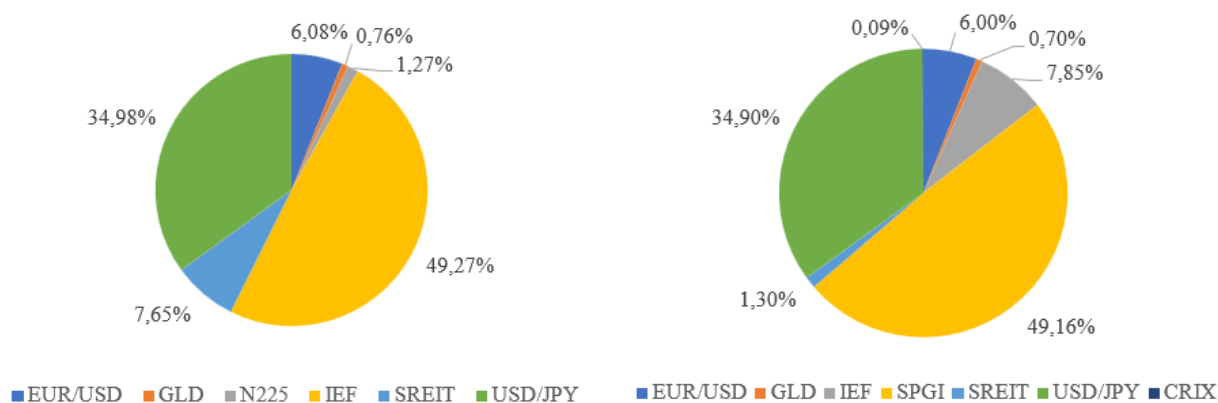
Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Į portfelių formavimą įtraukiant visus aktyvus geresni rezultatai gauti tų portfelių, kuriuose kriptovaliutų ir CRIX svoriai yra bent po 5 %. Šios grupės portfeliai pasižymi aukščiausiais Sortino rodikliais (MinRisk – 0,60, MaxRet – 0,49 ir MaxRet, $w \leq 20\%$ - 0,58), tik racionalaus investuotojo aukščiausią Sortino rodiklį generuoja į portfelio formavimą įtraukus visas kriptovaliutas ir CRIX be apribojimų – 0,73. Šiuo atveju aukštesnį Sortino rodiklį nulėmė labiau diversifikuotas portfelis su geriau subalansuotu grąžos ir rizikos santykiu. Tuo tarpu Omega rodikliai šiuo atveju aukštesni kitų grupių portfeliuose. Šie portfeliai taip pat nepasižymi ir geru diversifikavimo rodikliu, tačiau žvelgiant į Treynor, Jenseno ir Informacijos rodiklius, minimalios rizikos portfelyje prisiimta rizika geriau kompensuojama portfelyje su kriptovaliutomis ir CRIX (Jenseno alfa – 0,91 %, o Informacijos – 0,18), kas yra geriausi rezultatai lyginant ir su kitomis portfelių grupėmis. Maksimalios grąžos portfelis geriau prisiimtą riziką grąža kompensuoja į portfelį įtraukiant tik kriptovaliutas, tačiau žvelgiant į portfelį, kuriame svoriai yra apriboti, aukščiausi Treynor (12,22), Jenseno alfos (3,52 %) ir Informacijos (0,24) rodikliai yra kuomet portfelis formuojamas iš visų aktyvų be apribojimų. MaxSh portfelis aukščiausius tiek Treynor (8,24), tiek Jenseno alfos (2,26%) rodiklių rezultatus turi tuomet, kai portfelis formuojamas iš visų aktyvų apribojant kriptovaliutų ir CRIX svorius.

Apibendrinant sudarytus portfelius ir gautus rezultatus galima įvertinti kiekvieno investuotojo tipo portfelį ir jam geriausius aktyvus bei jų svorius. Konservatyviam investuotojui, netoleruojančiam rizikos ir siekiančiam jos kuo minimalesnės, neatsižvelgiant į portfelio grąžą, geriausia rinktis saugius aktyvus, tokius kaip obligacijos ar valiutų kursai (12 paveikslas). Mažiausią riziką (0,31%) generuoja du portfeliai, Vienas sudarytas iš IEF (49,27 %), USD/JPY (34,98 %), SREIT (7,65 %), EUR/USD (6,08 %), N225 (1,27 %) ir GLD (0,76 %). Kitas portfelis, sudarytas iš SPGI (49,16 %), USD/JPY (34,90 %), IEF (7,85 %), EUR/USD (6,00 %), GLD (0,7 %) ir CRIX (0,09 %).

12 paveikslas.

Mažiausią riziką generuojantis portfelis konservatyviam investuotojui



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Kaip galima matyti šiame portfelyje yra įtrauktas ir kriptovaliutų indeksas, nors ir labai maža dalimi. Nepaisant tokio pat rizikos lygio, abu portfeliai yra gerai diversifikuoti, tačiau didesnę Šarpo rodiklį turi antrasis portfelis (su CRIX) – 0,05, tad galima daryti išvadą, kad kriptovaliutas, šiuo atveju konkrečiau CRIX, turėtų apsvarstyti ir konservatyvūs, rizikos vengiantys investuotojai.

Agresyviam investuotojui, neatsižvelgiančiam į prisiimamą riziką ir siekiančiam maksimalios grąžos, portfelis sugeneruotas tik iš vieno aktyvo – kriptovaliutos XRP (13 paveikslas). Šio portfelio grąža yra 4,21 %, o rizika – 28,52 %. Tačiau atkreipiant dėmesį ir į kitus rodiklius vertėtų į portfelį įtraukti keletą kriptovaliutų, kurios užimtų bent po 5 % portfelio svorio (BTC – 5 %, ETH – 5 %, XRP – 85 %, LTC – 5 %). Taip portfelio grąžą šiek tiek sumažėtų – taptų 4,40 %, o rizika - 25,24 %, tačiau Šarpo, Treynor ir Jenseno alfos rodikliai įgautų aukštesnes reikšmes ir taip jis būtų labiau subalansuotas.

13 paveikslas.

Maksimalios grąžos portfeliai agresyviai investuotojui, sudaryti iš vieno ir kelių aktyvų

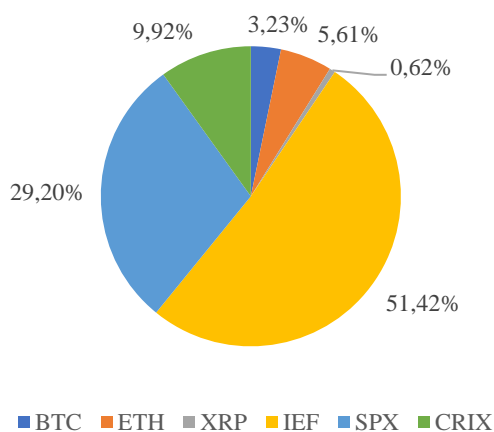


Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Racionaliam investuotojui, siekiančiam subalansuoti riziką ir grąžą, vertėtų į portfelį įtraukti ne tik Bitcoin, tačiau ir kitas kriptovaliutas (14 paveikslas). Įtraukus kriptovaliutas ir diversifikavus portfelį tiek su rizikingesnėmis, tiek su mažiau pavojingomis turto klasėmis, pasiekiamas aukščiausias Šarpo rodiklis.

14 paveikslas.

Maksimalaus Šarpo rodiklio portfelis, sudarytas racionaliam investuotojui



Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

Optimalus portfelis racionaliam investuotojui sudarytas iš IEF (51,42 %), SPX (29,20%), CRIX (9,92 %), ETH (5,61 %) ir BTC (3,23 %). Šis portfelis ne tik turi maksimalų Šarpo rodiklį (0,35), tačiau ir aukštą diversifikavimo lygį (2,14), kadangi yra sudarytas iš mažą koreliacijos ryši

turinčių aktyvų. Žvelgiant į rizikos kompensavimą gauta grąža, sprendimas į portfelį įtraukti keletą kriptovaliutų bei CRIX padidina tiek Omega, tiek Treynor, tiek Jenseno alfos rodiklius.

Aptarus tyrimo rezultatus 14 lentelėje pateikiami pradžioje iškeltų hipotezių patvirtinimai/paneigimai.

14 lentelė.

Hipotezių įvertinimas, remiantis gautais tyrimo rezultatais

	Hipotezė	Rezultatas
H1	Portfeliai, kuriuose įtraukiamos kriptovaliutos generuos geresnius rezultatus nei portfeliai be jų.	Patvirtinta
H2	Į kiekvieno investuotojo tipo investicinį portfelį įtraukus bent 6 % Bitcoin, portfelis generuos geresnius rezultatus nei portfelis be jo.	Patvirtinta
H3	Vietoje atskirų kriptovaliutų įtraukus CRIX portfeliai generuos geresnius rezultatus.	Atmesta
H4	Portfeliai, kuriuose įtraukta daugiau nei viena kriptovaliuta, rodys geresnius rezultatus nei tie, kuriuose įtraukta tik Bitcoin.	Patvirtinta

Šaltinis: parengta autorės, remiantis atliktu tyrimu.

- H1 hipotezė patvirtinta. Remiantis atliktais skaičiavimais tiek maksimalios grąžos, tiek maksimalaus Šarpo rodiklio rezultatai įtraukus kriptovaliutas pagerėjo. Minimalios rizikos portfelio standartini nuokrypis įtraukus keletą kriptovaliutų padidėjo, tačiau mažiausias standartinis nuokrypis (0,31 %) gautas tiek į portfelį visiškai neįtraukus kriptovaliutų, tiek labai maža dalimi įtraukus kriptovaliutų indeksą CRIX. Taip pat, žvelgiant į kitus rodiklius, tokiu kaip Sortino, Jenseno alfos ir Informacijos rodikliai, kurie rodo priimtą rizikos kompensavimą gauta grąža, aukščiausi rezultatai gauti į portfelio formavimą įtraukus kriptovaliutas ir $CRIX \geq 5\%$.
- H2 hipotezė taip pat patvirtinta, kadangi įtraukus 6 % Bitcoin į kiekvieno investuotojo portfelį bendri portfelių rodikliai pagerėjo. Vienintelis minimalios rizikos portfelio standartini nuokrypis įtraukus Bitcoin padidėjo, tačiau tai buvo galima nuspėti dėl didelio Bitcoin kintamumo ir kainų svyravimo. Nepaisant to, investuotojas, netoleruojantis rizikos, turėtų apsvarstyti Bitcoin įtraukimą 6 % ar mažiau, kadangi visi kiti rodikliai

įtraukus šią kriptovaliutą pagerėjo, taip pat papildomai diversifikuojant portfelį bus labiau išskaidoma investuotojo prisiimama rizika.

- H3 hipotezė atmesta. Tiek maksimalios grąžos, tiek maksimalaus Šarpo rodiklio portfeliai įtraukus kelias atskiras kriptovaliutas generuoja didesnę grąžą bei Šarpo rodiklį nei įtraukus tik kriptovaliutų indeksą CRIX. Minimalios rizikos portfelio standartinis nuokrypis įtraukus kelias kriptovaliutas tapo aukštesnis nei tik su CRIX, tačiau atsižvelgiant į kitus rodiklius, atskiros kriptovaliutos suteikia aukštesnius Treynor, Jenseno alfos ir Informacijos rodiklių rezultatus, taigi šiuo atveju kelios kriptografinės valiutos yra geresnis pasirinkimas, nei jų indeksas.
- H4 hipotezė patvirtinta. Maksimalios grąžos portfeliams, kuriuose įtrauktos kelios kriptovaliutos, grąža yra aukštesnė nei portfeliuose, kuriuose įtraukta tik Bitcoin. Tokį pat portfelio rezultatų pokytį galima įžvelgti ir racionalaus investuotojo portfelyje, kadangi su keletu kriptovaliutų šio portfelio Šarpo rodiklis tampa aukštesnis nei portfelyje su Bitcoin, o suderinus kriptovaliutas, su kitomis turto klasėmis ir CRIX gaunamas aukščiausias Šarpo rodiklis – 0,35. Tačiau kalbant apie minimalią riziką, portfelis, kuriame įtraukta tik viena kriptovaliuta labiau išpildo investuotojo siekiamus tikslus ir geriau yra geriau diversifikuotas. Nepaisant to, įtraukus kelias skirtingas kriptovaliutas kiti rodikliai įgauna aukštesnes reikšmes, todėl šioje vietoje vis dar kyla klausimas kas geriau – ar Bitcoin, ar kelios atskiros kriptovaliutos.

Taigi, apibendrinant gautus rezultatus galima teigti, kad tyrimo pradžioje išsikeltos hipotezės iš dalies buvo išsiaiškintos ir patvirtintos. Tačiau, norint iki galo įvertinti Bitcoin ir atskirų kriptovaliutų įtaką portfeliams, reikėtų atlikti daugiau tyrimų, kadangi siekiant mažesnės rizikos, Bitcoin yra geresnis variantas konservatyviam investuotojui, bet atsižvelgiant į kitus rodiklius (Sortino, Omega ir kt.), kelios kriptovaliutos būtų geresnis pasirinkimas, tiek mažiausios rizikos, tiek maksimalios grąžos ir Šarpo rodiklio siekiantiems investuotojams.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Apibendrinant atliktą tyrimą apie kriptovaliutų poveikį investicinio portfelio rezultatams atsižvelgiant į investuotojo tipą, galima teigti, kad nors tai ir nauja inovacija finansų pasaulyje, investuotojai turėtų daugiau dėmesio atkreipti į šią priemonę portfelio diversifikavimui. Apžvelgiant visą magistro baigiamąjį darbą galima daryti keletą pagrindinių išvadų:

1. Visų pirma nėra sutartos vienos, aiškios kriptovaliutų sąvokos, tačiau remiantis 1 lentelėje pateiktais įvairių autorių apibrėžimais galima išskirti pagrindinius kriptovaliutų bruožus tokius, kaip kad ji yra skaitmeninis turtas, kuris egzistuoja tik elektroninėje erdvėje, kriptovaliuta sukurta remiantis blockchain technologija ir naudojamos kaip mainų priemonė, palengvinanti operacijas bei atsiskaitymus už prekes ir paslaugas internetinėje erdvėje. Iki galo nėra aišku, kaip kriptovaliutos turėtų būti apskaitomos. Nepaisant to, analizuojant ar kriptovaliutas vertinti kaip valiutą, ar kaip turtą, daugumos autorių nuomone jos turėtų būti traktuojamos kaip atskira turto klasė, o jų vertė pasak mokslininkų nusakoma gamybos išlaidomis, vartotojų poreikiu, teikiamu naudingumu bei technologine verte.
2. Apžvelgiant ankstesnių tyrimų, kuriuose kriptovaliutos buvos vertinamos kaip investicinė priemonė, įtraukiama į portfelį, rezultatus galima daryti išvadą, kad jos yra gera priemonė portfelio diversifikavimui. Pasak mokslininkų, portfeluose, kuriuose yra įtraukiama Bitcoin, generuojama didesnė laukiama grąža (Brière ir kt., 2015; Pinudom ir kt., 2018; Kajtazi ir Moro, 2019; Symitsi ir Chalvatzis, 2019) bei sumažinama portfelio rizika (Guesmi ir kt., 2019). Taip pat nustatyta, kad optimali kriptovaliutų dalis portfelyje turėtų būti 5 – 20 %, priklausomai nuo investuotojo rizikos (Andrianto ir Diputra, 2017). Tačiau apžvelgiant esamus tyrimus galima daryti išvadą, kad dauguma darbų vis dar apsiriboja tik Bitcoin analize, tad plėtojant tyrimus apie investicinius portfelius vertėtų įtraukti ir daugiau kriptovaliutų.
3. Taip pat, išanalizavus kitus mokslinius darbus nuspręsta, kad Markowitz portfelio teorija ir vidurkio – dispersijos modelis yra tinkama priemonė vertinti kriptovaliutų poveikį investiciniam portfeliui. Tyrime, įtraukiant 15 tiek tradicinių, tiek alternatyvių turto klasių ir remiantis jų savaitiniais duomenimis, suformuotos trys optimizavimo problemos kiekvienam investuotojų tipui. Remiantis tyrimo modeliu, sukurti 24 portfeliai, kurie yra suskirstyti į šešias grupes: be kriptovaliutų, su Bitcoin (6 %), su

CRIX, įtraukiant keturias kriptovaliutas, į formavimą įtraukiant visus aktyvus, tačiau nustatant kriptovaliutų ir CRIX svorius $\geq 5\%$ bei į formavimą įtraukiant visus aktyvus be jokių apribojimų. Kiekviena grupė išskirstyta į penkis pogrupius kiekvienam investuotojo tipui: tolygus portfelis, skirtas palyginimui, minimalios rizikos (MinRisk), maksimalios grąžos (MaxRet), maksimalios grąžos apribojant portfelio svorius $\leq 20\%$ (MaxRet, $w \leq 20\%$) ir maksimalaus Šarpo rodiklio (MaxSh). Taip pat, remiantis ankstesniais tyrimais, pasirinkti portfelių vertinimo rodikliai (Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfa ir Informacijos), kurie padėjo išspręsti iškeltas hipotezes.

4. Iš atliktų skaičiavimų visų pirma reikėtų aptarti konservatyvaus investuotojo portfelį su minimalia rizika. Mažiausią standartinę nuokrypį (0,31 %) generuoja du portfeliai. Vienas sudarytas be kriptovaliutų daugiausia iš tokių saugių aktyvų kaip valiutų kursai bei obligacijos. Tokio portfelio svoriai pasiskirstę taip: IEF (49,27 %), USD/JPY (34,98 %), SREIT (7,65 %), EUR/USD (6,08 %), N225 (1,27 %) ir GLD (0,76 %). Kitas portfelis, sudarytas iš SPGI (49,16 %), USD/JPY (34,90 %), IEF (7,85 %), EUR/USD (6,00 %), GLD (0,7 %) ir CRIX (0,09 %). Atsižvelgiant į šį portfelį, kuriame įtrauktas kriptovaliutų indeksas CRIX, bei į kitus apskaičiuotus rodiklius ir siekiant dar labiau diversifikuoti portfelį vertėtų didesnę jo dalį skirti CRIX arba jį bent 6 % įtraukti Bitcoin. Tai šiek tiek padidina standartinę nuokrypį (įtraukus Bitcoin standartinis nuokrypis 0,72 %, o įtraukus 5 % CRIX – 0,60 %), bet nepaisant to pagerina ir kitus rodiklius, kaip kad Šarpo ar Sortino, kurie rodo, kad portfelis veikia efektyviau ir prisiimta riziką labiau kompensuojama gaunama grąža.
5. Agresyvūs investuotojai, siekdami maksimalios grąžos, neatsižvelgiant į prisiimamą riziką, be abejonės turėtų į portfelį įtraukti kriptovaliutas, kurios pasižymi aukšta laukiama grąža, tačiau kartu ir labai aukšta rizika. Tiesą sakant, portfelis su aukščiausia grąža (4,21 %) sudarytas tik iš XRP kriptovaliutos, tačiau siekiant išlošti iš šių aktyvų nepastovumo, kai vieno aktyvo kaina krenta, kito kyla, vertėtų portfelį sudaryti iš keleto kriptovaliutų: BTC – 5 %, ETH – 5 %, XRP – 85 % ir LTC – 5 %. Šio portfelio laukiamą savaitinę grąžą yra šiek tiek mažesnė – 4,40 %, o dėl didelės grąžos, bet kartu ir didelės rizikos, portfelio, sudaryto iš kriptovaliutų standartinis nuokrypis – 25,24 %.
6. Racionaliam investuotojui, siekiančiam maksimalios grąžos esant mažiausiam galimam rizikos lygiui, optimaliausias portfelis sudarytas iš aktyvų, kurių grąža ir rizika yra geriausiai subalansuoti. Toks optimalus portfelis su maksimaliu Šarpo rodikliu (0,35) yra gerai diversifikuotas (diversifikacijos rodiklis – 2,14) ir į savo sudėtį

įtraukia IEF (51,42 %), SPX (29,20%), CRIX (9,92 %), ETH (5,61 %) ir BTC (3,23 %). Dėka keletu kriptovaliutu ir jų indekso įtraukimo pagerinami tokie rodikliai, kaip Sortino (padidėjo 0,65, lyginant su portfelio be kriptovaliutu), Omega (padidėjo 1,48) bei Treynor (padidėjo 1,6) ir Jenseno alfa (padidėjo 0,542 %). Toks rodiklių išaugimas rodo, kad įtraukus kriptovaliutas portfelis pralenkė rinką ir tokia strategija investuotojui yra pelninga.

7. Vertinant išsikeltas hipotezes dalis jų buvo patvirtintos, tačiau ne visos. H1 buvo patvirtinta, kadangi portfeliai, kuriuose įtrauktos kriptovaliutos vienaip ar kitaip (ar laukiama grąža, standartiniu nuokrypiu, ar apskaičiuotais rodikliais) pagerina portfelio rezultatus padeda investuotojams pasiekti savo tikslus. H2 taip pat patvirtinta, kadangi įtraukiant 6 % Bitcoin į portfelį, jo įvertinimo rezultatai taip pat pagerėja. H3 atmesta, nes įtraukus atskiras kriptovaliutas, o ne kriptovaliutu indeksą, portfelis generuoja aukštesnę grąžą, Šarpo rodiklį bei, nepaisant didesnio standartinio nuokrypio, aukštesnes vertinimo rodiklių reikšmes. Vertinant H4, ji patvirtinta, nes tiek maksimalios grąžos, tiek maksimalaus Šarpo rodiklio portfelio rezultatai įtraukus keletą kriptovaliutu, o ne vien Bitcoin, rezultatai pagerėja. Kalbant apie minimalią riziką, portfelis, kuriame įtraukta tik viena kriptovaliuta labiau išpildo investuotojo siekiamus tikslus ir geriau yra geriau diversifikuotas. Nepaisant to, įtraukus kelias skirtingas kriptovaliutas kiti rodikliai įgauna aukštesnes reikšmes
8. Apibendrinant tyrimą svarbu paminėti ar pradžioje iškelta problema ir tikslai buvo išspręsti ir įgyvendinti. Apskritai, kriptovaliutos turėtų būti apsvaistytos kaip alternatyvi investicija portfelio diversifikavimui tiek rizikos netoleruojančio, tiek nebijančio, siekiančio didžiausių rezultatų, investuotojo. Pagrindinė kriptovaliuta Bitcoin, įtraukta 6 % portfelį padeda tiek diversifikuoti, tiek pagerinti vertinimo rodiklius minimalios rizikos portfelio bei maksimizuoti Šarpo rodiklį racionaliam investuotojui. Nepaisant to, racionaliam investuotojui vertėtų apsvaistyti ir kelių kriptovaliutu (Bitcoin, Ether ir Ripple) bei CRIX įtraukimą mažą dalimi į investicinį portfelį, kas suteikia taip pat aukštą grąžos ir rizikos subalansavimą bei Šarpo rodiklį. Agresyvus investuotojas, nebijantis rizikuoti, be abejonės turėtų įtraukti keletą kriptovaliutu (šiuo analizuojamu atveju Bitcoin, Ether, Ripple ir Litecoin), o didžiausią dalį turėtų užimti Ripple, kuris turi aukščiausią vidutinę grąžą, tačiau tuo pat metu yra ir rizikingiausia investicija,

Kalbant apie rekomendacijas ir pasiūlymus toliau plėtojant kriptovaliutu įtraukimo į investicinį portfelį tyrimą siūloma atkreipti dėmesį į pastaruosius:

1. Investuotojams visgi rekomenduojama įtraukti kriptovaliutas tarp savo kitų investicijų. Diversifikuojant portfelį ir naudojantis aukštomis šių aktyvų gražomis, kriptovaliutos padeda pasiekti tiek užsibrėžtus investicinius tikslus, tiek pagerinti bendrus portfelio rezultatus.
2. Toliau atliekant tyrimus šia tema, kriptovaliutas vertėtų ištirti naudojant didesnę laiko horizontą (bent dešimt metų). Trumpas laikotarpis gali neatskleisti reikšmingos informacijos, susijusios su šių aktyvų nepastovumu ir grąža bei reakcija į išorinius faktorius.
3. Kadangi kriptovaliutų skaičius pasaulyje kasdien auga ir vis daugiau jų tampa priimtinos investuotojams, tiriant jų poveikį portfeliui vertėtų išanalizuoti ir naujesnes, kriptovaliutas, kaip kad daug dėmesio pastaruoju metu sulaukiančios Dogecoin ar Solana, nes dauguma tyrimų vis dar apsiriboja tik Bitcoin.
4. Pasaulyje daugėjant ekonominių sukrėtimų vertėtų išsiaiškinti kokią įtaką kriptovaliutų grąžai bei svyravimas suteikia tokie šokai, kaip kad netikėtai užklupusi Covid – 19 pandemija. Taip būtų galima nuspręsti ar jos geriau prisitaiko prie ištikusių krizių nei kitos turto klasės ir ar, pavyzdžiui, neseniai pradėti naudoti Bitcoin ateities sandoriai paverčia kriptovaliutas geresne apsidraudimo priemone ir „saugiu prieglobsčiu“ investuotojams.

LITERATŪROS SĀRAŠAS

- Andrianto, Y. ir Diputra, Y. (2017). The Effect of Cryptocurrency on Investment Portfolio Effectiveness. *Journal of Finance and Accounting*. Žiūrēta 2020-12-16. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.11648/j.jfa.20170506.14>
- Anyfantaki, S., Arvanitis, S., Post, T., ir Topaloglou, N. (2018). Diversification, integration and cryptocurrency market. *SSRN Working Paper*, 244, 1-33. Žiūrēta 2020-12-16. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1109-6691>
- Ankenbrand, T., Bieri, D. (2018). Assessment of cryptocurrencies as an asset class by their characteristics. *Investment management and financial innovations*, 15 (3), 169-181. Žiūrēta 2020-12-07. Prieiga per internetu: [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.15\(3\).2018.14](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.15(3).2018.14)
- Baek, C., ir Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*. Žiūrēta 2020-12-07. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.916379>
- Baur, D. G., Lee, A. D., ir Hong, K. (2015). Bitcoin: Currency or Investment? *SSRN Electronic Journal*. Žiūrēta 2020-11-23. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2561183>
- Baur, D. G. ir Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229. Žiūrēta 2021-05-23. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- Bedi, P. ir Nashier, T. (2020). On the investment credentials of bitcoin: A cross-currency perspective. *Research in International Business and Finance*, 51, 101087. Žiūrēta 2020-12-17. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101087>
- Boido, C., ir Fasano, A. (2009). Alternative Assets: A Comparison Between Commodities and Traditional Asset Classes. *The Icfai University Journal of Derivatives Markets*. Žiūrēta 2020-12-17. Prieiga per internetu: https://www.researchgate.net/publication/228291218_Alternative_Assets_A_Comparison_between_Commodities_and_Traditional_Asset_Classes
- Borri, N. (2019). Conditional tail-risk in cryptocurrency markets. *Journal of Empirical Finance*. Žiūrēta 2020-12-17. Prieiga per internetu: <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2018.11.002>

- Bouoiyour, J., ir Selmi, R. (2017). The Bitcoin price formation: Beyond the fundamental sources. In *arXiv*. Žiūrėta 2020-12-18. Prieiga per internetą: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1707/1707.01284.pdf>
- Bouoiyour, J., Selmi, R., Tiwari, A. K. ir Olayeni, O. R. (2015). What Determines Bitcoin's Value? (No. 2014-2015,13). Žiūrėta 2020-12-06. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/303327757_What_drives_Bitcoin_price
- Brazauskas, M. (2018). Investicinio portfelio formavimo sprendimų pagrindimas taikant turto alokacijos strategijas skirtingose finansų rinkose. Žiūrėta 2020-12-13. Prieiga per internetą: http://daily.su.lt/SU_docs/KRT/Daktaro%20disertacija_Brazauskas.pdf
- Brière, M., Oosterlinck, K., ir Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. In *Journal of Asset Management*. Žiūrėta 2020-12-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1057/jam.2015.5>
- Brito, J., & Castillo, A. (2013). Bitcoin: A primer for policymakers. Mercatus Center at George Mason University. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/269707314_Bitcoin_A_Primer_for_Policymakers
- Brown, K. C., Garlappi, L., ir Tiu, C. (2010). Asset allocation and portfolio performance: Evidence from university endowment funds. *Journal of Financial Markets*. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2009.12.001>
- Bunjaku, F., Gjorgieva-Trajkovska, O., ir Miteva- Kacarski, E. (2017). Cryptocurrencies – Advantages And Disadvantages. *Journal of Economics*. Žiūrėta 2020-12-10. Prieiga per internetą: <http://eprints.ugd.edu.mk/18707/1/Cryptocurrencies.pdf>
- Cheung, A., Wai K., Roca, E., ir Su, J. J. (2015). Crypto-currency bubbles: an application of the Phillips–Shi–Yu (2013) methodology on Mt. Gox bitcoin prices. *Applied Economics*. Žiūrėta 2020-11-18. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1005827>
- Chohan, U. W. (2017). Assessing the Differences in Bitcoin & Other Cryptocurrency Legality Across National Jurisdictions. *SSRN Electronic Journal*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3042248>
- Choueifaty, Y., Froidure, T., ir Reynier, J. (2013). Properties of the most diversified portfolio. *Journal of investment strategies*, 2(2), 49-70. Žiūrėta 2021-05-11. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1895459>
- Cibulskienė, D. and Grigaliūnėnė Ž. (2006). Fundamentinių ir techninių veiksnių įtaka vertybinių

- popierių portfelio formavimui. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 2(7), 25-33.
- Cibulskienė, D., ir Grigaliūnienė, Ž. (2007). Modernios portfelio teorijos genezė ir vystymasis. *Ekonomika Ir Vadyba: Aktualijos Ir Perspektyvos*.
- Ciner, C. (2013). Oil and stock returns: Frequency domain evidence. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 23, 1-11. Žiūrėta 2021-05-07. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2012.09.002>
- Coinmarketcap (2020). Cryptocurrency Prices by Market Cap. Žiūrėta 2021-12-22. Prieiga per internetą: <https://coinmarketcap.com/>
- Cummings, M. (2018). Assessing cryptocurrency with Yale economist Aleh Tsyvinski. *Yale News*. Žiūrėta 2021-05-16. Prieiga per internetą: <https://news.yale.edu/2018/08/06/assessing-cryptocurrency-yale-economist-aleh-tsyvinski>
- Čuljak, M., Tomić, B., ir Žikovic, S. (2020). Benefits of Sectoral Cryptocurrency Portfolio Optimization. *SSRN Electronic Journal*. Žiūrėta 2021-05-26. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3661600>
- DeMiguel, V., Garlappi, L., ir Uppal, R. (2009). Optimal versus naive diversification: How inefficient is the 1/N portfolio strategy?. *The review of Financial studies*, 22(5), 1915-1953. Žiūrėta 2021-05-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm075>
- Dierksmeier, C., ir Seele, P. (2018). Cryptocurrencies and Business Ethics. *Journal of Business Ethics*. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3298-0>
- Dniprov, O., Chyzhmar, Y., Fomenko, A., Shablusty, V., ir Sydorov, O. (2019). Legal status of cryptocurrency as electronic money. *Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues*. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą <https://www.abacademies.org/articles/legal-status-of-cryptocurrency-as-electronic-money-8437.html>
- Dodgson, M., Gann, D., Wladawsky-Berger, I., Sultan, N., ir George, G. (2015). Managing digital money. In *Academy of Management Journal*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.5465/amj.2015.4002>
- Dumitrescu, G. C. (2017). Bitcoin – A Brief Analysis of the Advantages and Disadvantages. *Global Economic Observer*. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: http://www.globeco.ro/wp-content/uploads/vol/GEO_Vol_5_No_2.pdf#page=63

- Ethereum (2020). What is Ethereum? Žiūrėta 2020-11-29. Prieiga per internetą: <https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/>
- Fang, L., Bouri, E., Gupta, R. ir Roubaud, D. (2019). Does global economic uncertainty matter for the volatility and hedging effectiveness of Bitcoin? *International Review of Financial Analysis*. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.010>
- Farell, R. (2015). An Analysis of the Cryptocurrency Industry. *Wharton Research Scholars Journal. Paper*. Žiūrėta 2020-10-30. Prieiga per internetą: https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1133&context=wharton_research_scholars
- Garcia, D., Tessone, C. J., Mavrodiev, P. ir Perony, N. (2014). The digital traces of bubbles: Feedback cycles between socio-economic signals in the Bitcoin economy. *Journal of the Royal Society Interface*. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0623>
- Garcia-Monleón, F., Danvila-del-Valle, I., ir Lara, F. J. (2021). Intrinsic value in crypto currencies. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120393. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120393>
- Gilbert, S. ir Loi, H. (2018). Digital Currency Risk. *International Journal of Economics and Finance*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.5539/ijef.v10n2p108>
- Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C. ir Siering, M. (2014). Bitcoin - Asset or currency? Revealing users' hidden intentions. *ECIS 2014 Proceedings - 22nd European Conference on Information Systems*. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2425247
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I. ir Ftiti, Z. (2019). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*. Žiūrėta 2020-12-23. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.03.004>
- Hayes, A. (2015). What factors give cryptocurrencies their value: An empirical analysis. Žiūrėta 2020-12-23. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/269708450_What_Factors_Give_Cryptocurrencies_Their_Value_An_Empirical_Analysis
- Holovatiuk, O. (2020). Cryptocurrencies as an asset class in portfolio optimisation. *Central*

European Economic Journal. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2478/ceej-2020-0004>

Hrytsiuk, P., Babych, T. ir Bachyshyna, L. (2019). Cryptocurrency portfolio optimization using Value-at-Risk measure. In *Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management*. Atlantis Press. Žiūrėta 2020-12-28. Prieiga per internetą: <https://www.atlantispress.com/proceedings/smtesm-19/125917683>

Kajtazi, A. ir Moro, A. (2019). The role of bitcoin in well diversified portfolios: A comparative global study. *International Review of Financial Analysis*. Žiūrėta 2020-12-22. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.10.003>

Kethineni, S. ir Cao, Y. (2020). The Rise in Popularity of Cryptocurrency and Associated Criminal Activity. *International Criminal Justice Review*. Žiūrėta 2020-11-09. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1177/1057567719827051>

Kim, T. (2017). On the transaction cost of Bitcoin. *Finance Research Letters*, 23, 300-305. Žiūrėta 2020-12-02. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.07.014>

Krafft, P. M., Della Penna, N. ir Pentland, A. S. (2018). An experimental study of cryptocurrency market dynamics. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1145/3173574.3174179>

Lammer, D. M., Hanspal, T. ir Hackethal, A. (2020). Who are the Bitcoin investors? Evidence from indirect cryptocurrency investments (No. 277). SAFE Working Paper. Žiūrėta 2020-12-02. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3501549>

Lee, D. K. C., Guo, L. ir Wang, Y. (2018). Cryptocurrency: A new investment opportunity? *Journal of Alternative Investments*. Žiūrėta 2020-12-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3905/jai.2018.20.3.016>

Liew, J., Li, R., Budavári, T. ir Sharma, A. (2019). Cryptocurrency Investing Examined. *The Journal of the British Blockchain Association*. Žiūrėta 2020-11-17. Prieiga per internetą: [https://doi.org/10.31585/jbba-2-2-\(2\)2019](https://doi.org/10.31585/jbba-2-2-(2)2019)

Li, J. P., Naqvi, B., Rizvi, S. K. A., ir Chang, H. L. (2021). Bitcoin: The biggest financial innovation of fourth industrial revolution and a portfolio's efficiency booster. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120383. Žiūrėta 2021-05-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120383>

Liu, W. (2019). Portfolio diversification across cryptocurrencies. *Finance Research Letters*. Žiūrėta

2021-05-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.07.010>

Liu, Y., ir Tsyvinski, A. (2018). Risks and returns of cryptocurrency. *National Bureau of Economic Research*. Žiūrėta 2021-01-02. Prieiga per internetą: <https://www.nber.org/papers/w24877>

Litecoin (2020). What is Litecoin? Žiūrėta 2020-11-15. Prieiga per internetą: <https://litecoin.org/>

Lukaševičius, A. (2013). Investicijų portfelio optimizavimas globalioje kapitalo rinkoje. *KONFERENCIJŲ DARBAI*, 141. Žiūrėta 2020-11-10. Prieiga per internetą: https://vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/35818/1/ISSN2538-6778_2013_N_16.pdf#page=141

Ma, Y., Ahmad, F., Liu, M. ir Wang, Z. (2020). Portfolio optimization in the era of digital financialization using cryptocurrencies. *Technological Forecasting and Social Change*. Žiūrėta 2020-12-26. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120265>

Mangram, M. E. (2013). A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global journal of business research*, 7(1), 59-70. Žiūrėta 2020-12-10. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2147880

Marcišauskienė, J., Balinskienė, V. ir Vilimė, M. (2015). Investicinio portfelio formavimo modelių tyrimų apžvalga ir taikymo galimybės. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, (2), 64-72. Žiūrėta 2020-11-23. Prieiga per internetą: <https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2015~1474010460780/>

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*. Žiūrėta 2020-11-23. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>

McMillan, Robert. 2013. Ex-googler gives the world a better bitcoin. *Wired*. Žiūrėta 2020-11-03. Prieiga per internetą: <https://www.wired.com/2013/08/litecoin>

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System | Satoshi Nakamoto Institute. In *2008-10-31*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://www.debr.io/article/21260.pdf>

Nasir, M. A., Huynh, T. L. D., Nguyen, S. P. ir Duong, D. (2019). Forecasting cryptocurrency returns and volume using search engines. *Financial Innovation*. Žiūrėta 2020-10-29. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1186/s40854-018-0119-8>

Noori, M. O., Yimga, P. J. (2020). Cryptocurrency: is the new investment opportunity? A comprehensive literature review. *Pearson journal of social sciences & humanities*. Vol. 5,

Issue 7. Prieiga per interentą: Žiūrėta 2020-11-04.
https://www.researchgate.net/publication/344770007_CRYPTOCURRENCY_IS_THE_NEW_INVESTMENT_OPPORTUNITY_A_COMPREHENSIVE_LITERATURE_REVIEW

- Petukhina, A., Trimborn, S., Härdle, W. K., ir Elendner, H. (2021). Investing with cryptocurrencies—evaluating their potential for portfolio allocation strategies. *Quantitative Finance*, 1-29. Žiūrėta 2021-05-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/14697688.2021.1880023>
- Pinudom, B., Tungpisansampun, W., Tansuchat, R. ir Maneejuk, P. (2018). Could Bitcoin enhance the portfolio performance? *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1053, p. 12113). Žiūrėta 2020-12-26. Prieiga per internetą: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1053/1/012113/pdf>
- Platanakis, E., Sutcliffe, C. ir Urquhart, A. (2018). Optimal vs naïve diversification in cryptocurrencies. *Economics Letters*. Žiūrėta 2020-12-17. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.07.020>
- Polasik, M., Piotrowska, A. I., Wisniewski, T. P., Kotkowski, R. ir Lightfoot, G. (2015). Price fluctuations and the use of bitcoin: An empirical inquiry. *International Journal of Electronic Commerce*. Žiūrėta 2020-11-19. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/10864415.2016.1061413>
- Posner, E. A. ir Weyl, E. G. (2012). A Proposal for Limiting Speculation on Derivatives: An FDA for Financial Innovation. *SSRN Electronic Journal*. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1995077>
- Reboredo, J. C. (2013). Is gold a hedge or safe haven against oil price movements?. *Resources Policy*, 38(2), 130-137. Žiūrėta 2021-05-11. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.02.003>
- Rutkauskas, A. V. ir Žilinskij, G. (2010). Finansinio svarto naudojimas aktyviai valdant investicijų portfelį. *Verslas: Teorija Ir Praktika*. Žiūrėta 2020-11-19. Prieiga per internetą: <https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2010~1367173079849/>
- Saksonova, S. ir Kuzmina-Merlino, I. (2019). Cryptocurrency as an investment instrument in a modern financial market. Žiūrėta 2020-11-19. Prieiga per internetą: <https://cyberleninka.ru/article/n/18290099>
- Sebastiano, H. ir Godinho, P. (2020). Bitcoin futures: An effective tool for hedging cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 33, 101230. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą:

<https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.07.003>

- Sharma, R. ir Sharma, A. (2018). Using Crypto Currency and Associated Advantages and Disadvantages. *International Journal of Economics & Finance Research & Applications*. Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <http://management.eurekajournals.com/index.php/IJEFRA/article/view/306>
- Sichinava, D. (2019). Cryptocurrency and Prospects of its Development. *Ecoforum Journal*, 8(2). Žiūrėta 2020-11-14. Prieiga per internetą: <http://www.ecoforumjournal.ro/index.php/eco/article/download/977/603>
- Soava, G., Mehedintu, A. ir Sitnikov, C. (2016). Virtual Currency" Bitcoin"—Challenges and Controversies. *Annals of the „Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu, Economy Series*, (3), 2016-03. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: <https://ideas.repec.org/a/cbu/jrnlec/y2016v3p248-259.html>
- Speed, T. (2011). A correlation for the 21st century. *Science*, 334(6062), 1502-1503. Žiūrėta 2021-06-02. Prieiga per internetą: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1215894>
- Stalder, F. (2002). Failures and successes: Notes on the development of electronic cash. *The Information Society*, 18(3), 209-219. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/01972240290074968>
- Subačius A. ir Subačienė R. (2019) “Cryptocurrency: Advantages and Disadvantages”, *Buhalterinės apskaitos teorija ir praktika*, 0(19), p. 1. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: doi: 10.15388/Batp.2019.1.
- Symitsi, E., ir Chalvatzis, K. J. (2019). The economic value of Bitcoin: A portfolio analysis of currencies, gold, oil and stocks. *Research in International Business and Finance*. Žiūrėta 2020-12-22. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2018.12.001>
- Takashima, I. (2018). Ripple: The Ultimate Guide to the World of Ripple XRP, Ripple Investing, Ripple Coin, Ripple Cryptocurrency, Cryptocurrency. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3235504>
- The World Bank (2017). Distributed Ledger Technology (DLT) and blockchain. Žiūrėta 2020-11-02. Prieiga per internetą: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/177911513714062215/distributed-ledger-technology-dlt-and-blockchain>
- Trimborn, S., Li, M. ir Härdle, W. K. (2020). Investing with Cryptocurrencies - A Liquidity

- Constrained Investment Approach. *Journal of Financial Econometrics*. Žiūrėta 2020-12-26.
Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbz016>
- Umeh, J. (2016). Blockchain: double bubble or double trouble? *ITNOW*. Žiūrėta 2020-11-06. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1093/itnow/bww026>
- Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communications of the ACM*. Žiūrėta 2020-11-06. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1145/2994581>
- Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*. Žiūrėta 2020-11-06. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.019>
- Vejačka, M. (2014). Basic aspects of cryptocurrencies. *Journal of Economy, Business and Financing*, 2(2), 75-83. Žiūrėta 2020-11-06. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/292586903_Basic_Aspects_of_Cryptocurrencies
- Van Alstyne, M. (2014). Why Bitcoin has value. *Communications of the ACM*. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1145/2594288>
- Vasiliauskaitė, D. (2004). Optimalaus vertybinių popierių portfelio sudarymo ypatumai. *Ekonomika*. Žiūrėta 2020-11-13. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.15388/ekon.2004.17387>
- White, R., Marinakis, Y., Islam, N., ir Walsh, S. (2020). Is Bitcoin a currency, a technology-based product, or something else? *Technological Forecasting and Social Change*. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119877>
- Woo, David et al, 2013. Bitcoin: A First Assessment. *FX and Rate*. *Global Bank of America, Merrill Lynch*. Žiūrėta 2020-11-16. Prieiga per internetą: <http://web.elastic.org/~fche/mirrors/www.cryptome.org/2013/12/boa-bitcoin.pdf>
- Yermack, D. (2013). Is bitcoin a real currency? An economic appraisal. *Handbook of digital currency* (pp. 31-43). Academic Press. Žiūrėta 2020-12-21. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128021170000023>
- Zhang, Y., Li, X. ir Guo, S. (2018). Portfolio selection problems with Markowitz's mean–variance framework: a review of literature. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 17(2), 125-158. Žiūrėta 2021-12-21. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1007/s10700-017-9266-z>

KRIPTOVALIUTŲ ĮTAKOS INVESTICINIO PORTFELIO REZULTATAMS VERTINIMAS

Rugilė DRUČIŪNAITĖ

Magistro baigiamasis darbas

Finansų ir bankininkystės studijų programa

Vilniaus universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas – lekt. N. Činčikas

Vilnius, 2022

SANTRAUKA

81 puslapis, 14 lentelių, 14 paveikslų, 90 šaltinių.

Pagrindinis šio darbo tikslas yra išsiaiškinti kokią įtaką investicinio portfelio rezultatams daro kriptovaliutų įtraukimas bei kurio tipo investuotojui jos labiausiai padėtų išpildyti investicinius tikslus. Darbas sudarytas iš trijų pagrindinių dalių: literatūros analizės, praktinės tyrimo dalies ir rezultatų aptarimo, bei išvadų ir rekomendacijų.

Apžvelgiant literatūrą supažindinama su kriptovaliutomis, kaip finansine inovacija, ir pateikiami jų privalumai bei trūkumai. Taip pat pateikiamos įžvalgos apie kriptovaliutų, kaip investicinės priemonės, bruožus ir naudą investuotojams, jos vertės nustatymo metodus. Pateikiama informacija apie portfelio optimizavimo teorijas, tradicinių ir alternatyvių turto klasių skirtumus bei investuotojų tipus. Siekiant įvertinti temos naujumą ir ištyrimo lygį, aptariami ankstesni moksliniai darbai apie kriptovaliutų įtraukimą į optimalų investicinį portfelį.

Tyrimui atlikti pasitelkiamos trys optimizavimo formulės, skurtos pagal kiekvieno iš investuotojų tipų tikslus ir rizikos toleranciją. Atlikus pasirinktų 15 aktyvų analizę, pasitelkiant Pirsono koreliaciją ir aprašomąją statistiką, sudaryti 24 portfeliai. Šių portfelių optimizavimui buvo pasitelkta H. Markowitz portfelio teorija ir Šarpo rodiklis. Portfelio rezultatai taip pat įvertinami apskaičiuojant tokius rodiklius, kaip Sortino, Omega, Diversifikacijos, Treynor, Jenseno alfa ir Informacijos. Atliktas tyrimas atskleidė, kad konservatyvaus investuotojo optimalus diversifikuotas portfelis, su mažiausia rizika, maža dalimi (0,09 %) įtraukia kriptovaliutų indeksą CRIX. Agresyvaus investuotojo portfelis sudarytas vien iš kriptovaliutų (Bitcoin, Ether, Ripple ir Litecoin). Tuo tarpu racionalaus investuotojo portfelis, maksimizuojantis Šarpo rodiklį, į savo sudėtį įtraukia įvairias turto klases, tarp kurių yra ir Bitcoin, Ether ir CRIX indeksas. Tokie tyrimo rezultatai parodė, kad kriptovaliutos turėtų būti apsvarstytos kaip alternatyvi investicija portfelio diversifikavimui ir optimizavimui.

Išvadose ir rekomendacijose aptariamos pagrindinės literatūros analizės įžvalgos, įvertinamos tyrimo pradžioje iškeltos hipotezės bei apibendrinami gauti rezultatai. Darbo autorius mano, kad atliktas tyrimas turėtų padėti investuotojams geriau įvertinti kriptovaliutų, kaip investicinės priemonės, savybes bei leistų lengviau apsispręsti svarstant jų įtraukimą į investicinį portfelį.

EVALUATION OF THE IMPACT OF CRYPTOCURRENCIES ON THE INVESTMENT PORTFOLIO RESULTS

Rugilė DRUČIŪNAITĖ

Master thesis

Finance and banking study programme

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – lect. N. Činčikas

Vilnius, 2022

SUMMARY

81 pages, 14 charts, 14 pictures, 90 references.

The main purpose of this work is to find out what impact have cryptocurrencies for the investment portfolio results and for which type of investors it would help to meet investment objectives. This work consists of three main parts: literature analysis, practical part of the research and conclusion, recommendations.

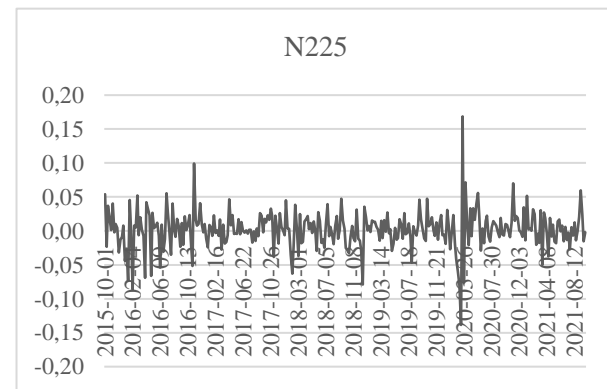
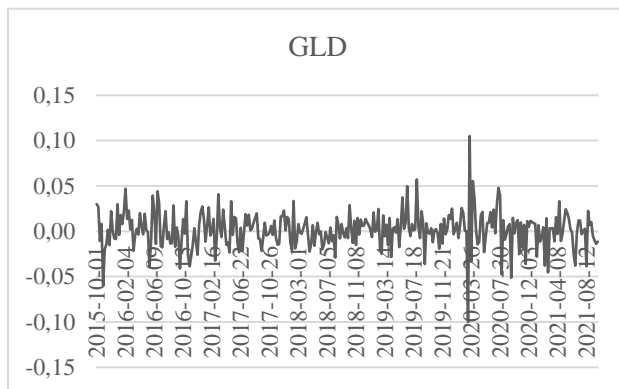
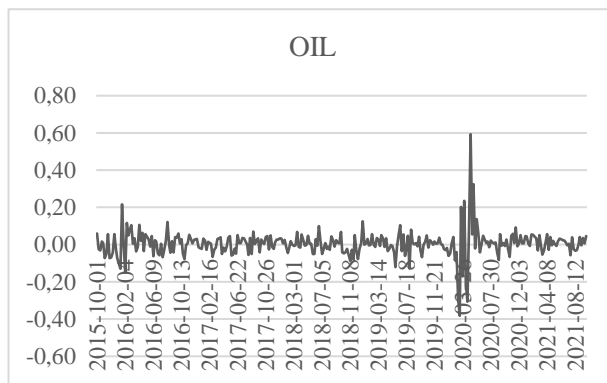
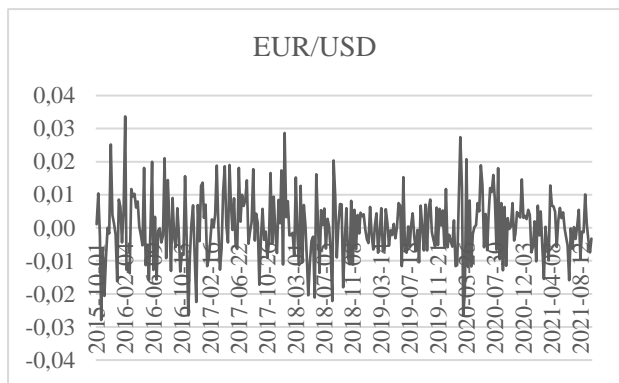
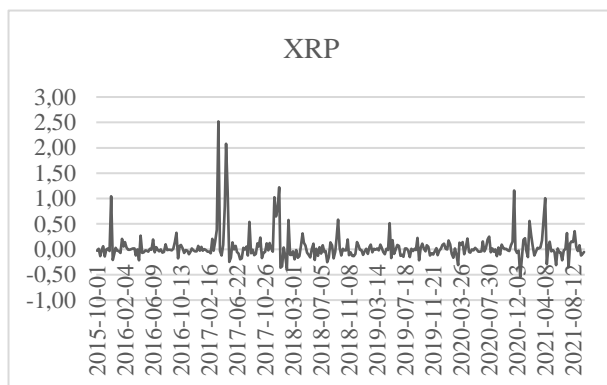
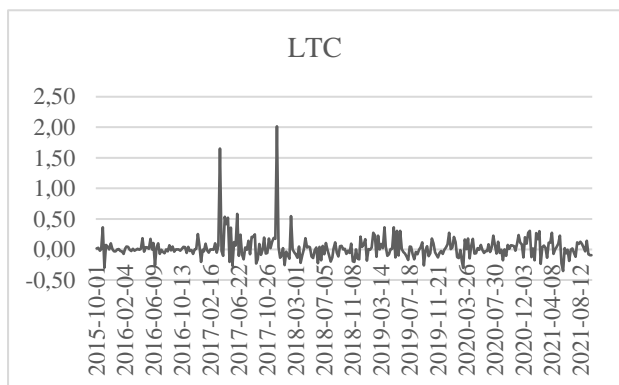
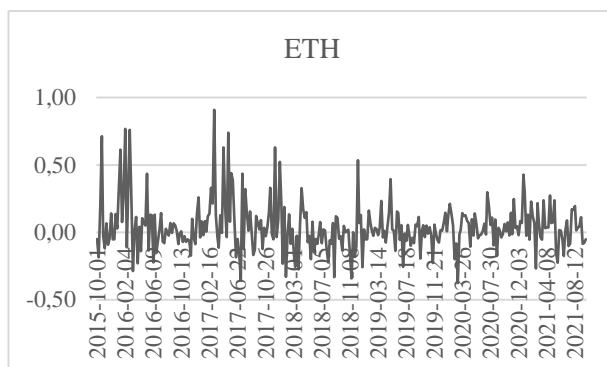
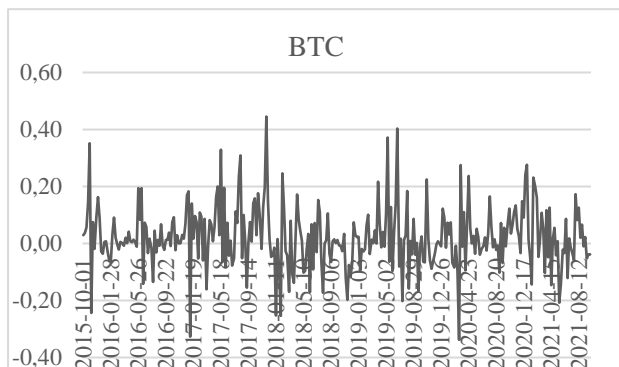
A review of literature introduces cryptocurrencies as a financial innovation and presents their advantages and disadvantages. It also provides insights of cryptocurrency features as investment measure and benefits to investors, their valuation techniques. There is described information about portfolio optimization theories as well as differences between traditional and alternative asset classes and types of investors. In order to assess the novelty of the topic and level of investigation previous research on the inclusion of cryptocurrencies in the optimal investment portfolio is discussed.

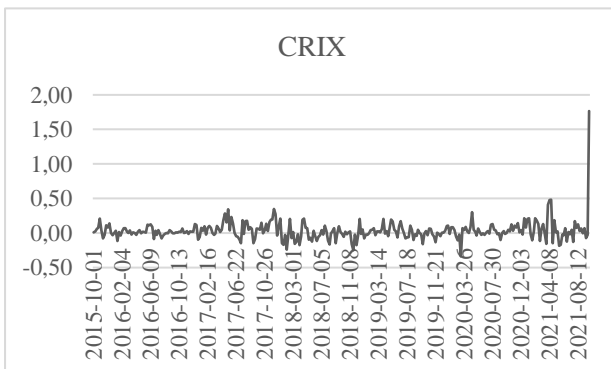
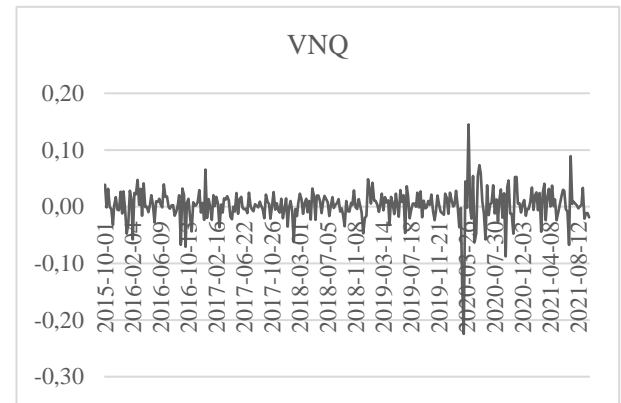
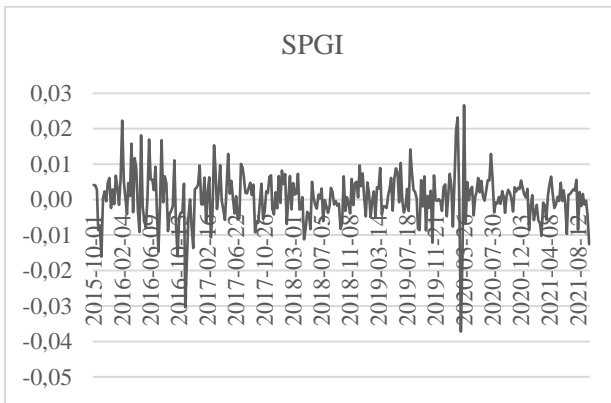
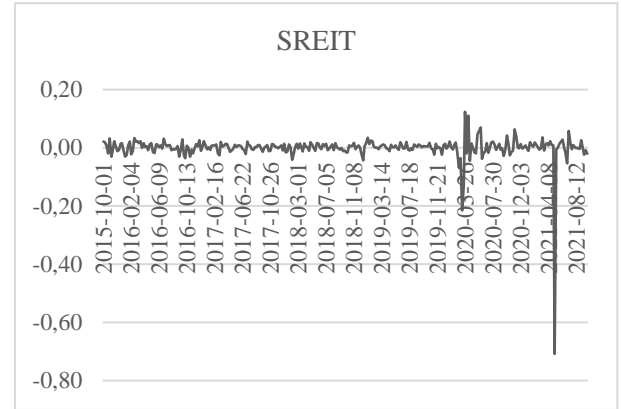
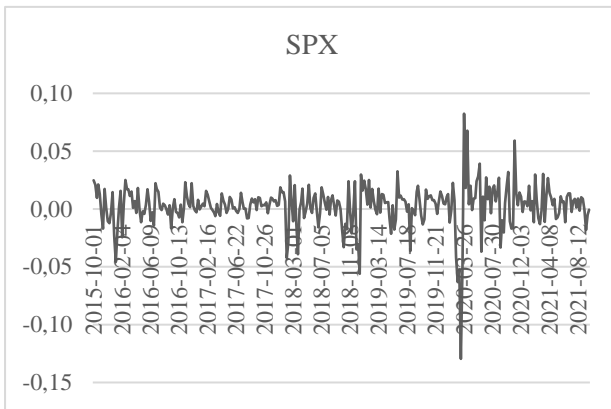
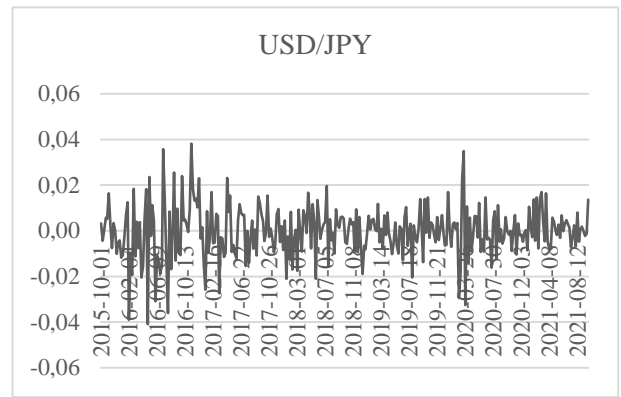
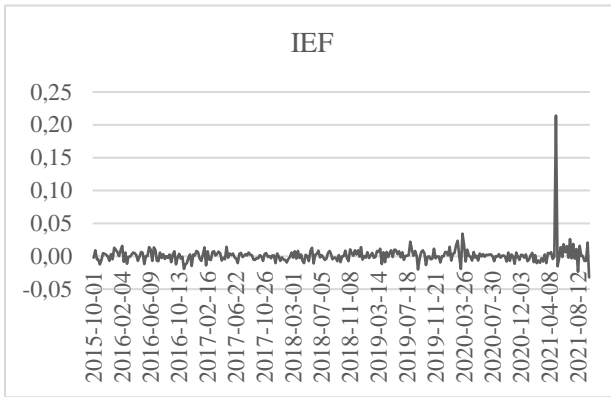
The study uses three optimization formulas derived from the objectives and risk tolerance of each type of investor. Analysis of 15 selected assets using Pearson correlation and descriptive statistics resulted in 24 investment portfolios. H. Markowitz's portfolio theory and the Sharpe ratio were used to optimize these portfolios. Their performance was also measured by ratios such as Sortino, Omega, Diversification, Treynor, Jensen Alpha and Information. The study revealed that the optimal diversified portfolio of a conservative investor with the lowest risk includes small part (0,09 %) of the cryptocurrency index CRIX. The aggressive investor's portfolio consists solely of cryptocurrencies (Bitcoin, Ether, Ripple and Litecoin). Meanwhile the rational investor portfolio, which maximizes the Sharpe ratio, includes various asset classes in its composition, including the Bitcoin, Ether and CRIX index. Such research found that cryptocurrencies should be considered as an alternative investment for portfolio diversification and optimization.

The conclusions and recommendations discuss the main insights from the literature analysis, evaluate the hypotheses raised at the beginning of the study, and summarize the results obtained. The author believes that the study should help investors to better assess the characteristics of cryptocurrencies as investment measure and make it easier to decide when to include them in the investment portfolio.

PRIEDAI

1 Priedas. Atskirų aktyvų gražų svyravimai.





2 priedas. Aktyvų, naudotų portfelių formavimui, kovariacijos matrica.

	<i>BTC</i>	<i>ETH</i>	<i>XRP</i>	<i>LTC</i>	<i>EUR/ USD</i>	<i>GLD</i>	<i>OIL</i>	<i>N225</i>	<i>IEF</i>	<i>SPX</i>	<i>SPGI</i>	<i>SREIT</i>	<i>USD/ JPY</i>	<i>VNQ</i>	<i>CRIX</i>
<i>BTC</i>	0,015														
<i>ETH</i>	0,006														
<i>XRP</i>	0,009	0,011													
<i>LTC</i>	0,012	0,010	0,033												
<i>EUR/ USD</i>	0,000	0,000	0,000	-0,000											
<i>GLD</i>	0,000	0,001	0,000	-0,000	0,000										
<i>OIL</i>	0,001	-0,000	0,002	0,001	0,000	0,000									
<i>N225</i>	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000								
<i>IEF</i>	-0,000	0,000	-0,000	-0,000	0,000	0,000	-0,000	0,000							
<i>SPX</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
<i>SPGI</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	0,000	0,000					
<i>SREIT</i>	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000				
<i>USD/ JPY</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000			
<i>VNQ</i>	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
<i>CRIX</i>	0,006	0,003	0,011	0,008	0,000	0,000	0,002	0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021