



GÖTEBORGS UNIVERSITET
HANDELSHÖGSKOLAN

Kryptovalutors betydelse i framtida portföljer

Mattias Wahman 960622-8055 Guswahmma@student.gu.se

Tobias Frisell 960914-7393 Gusfristo@student.gu.se

Handledare: Jian Hua Zhang

Vårterminen 2020

Abstract

The aim of this thesis is to examine whether cryptocurrencies should be included in future investment portfolios or not. This thesis not only focuses on Bitcoin, but also uses the Bloomberg Galaxy Crypto Index to represent the cryptocurrency market as a whole. In search of higher expected returns and new diversification opportunities, this report investigates the historical behaviour of cryptocurrencies and simulates future possible scenarios by using Monte-Carlo simulations and portfolio optimizations. After comparing average Sharpe Ratio:s and doing a number of robustness checks, a conclusion based on data can be drawn. The findings of this study show an average cryptocurrency allocation of approximately 2% to effectively improve an investment portfolio. By including cryptocurrencies in a portfolio it will get a higher expected return in relation to risk.

Key words: Cryptocurrency, Bitcoin, Bloomberg Galaxy Crypto Index, Portfolio optimization, Monte-Carlo simulation, Sharpe Ratio, Diversification

Acknowledgement

We would like to express our gratitude towards our supervisor Jian Hua Zhang who helped us by giving constructive feedback and providing guidance during the whole writing process. We would also like to thank our fellow students for expressing their opinions, thoughts and insightful comments during the development of the report.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Bakgrund	1
1.1 Introduktion	1
1.2 Tidigare forskning	1
1.3 Vad är kryptovalutor	3
1.4 Bitcoin och dess funktion	3
1.5 Bloomberg Galaxy Crypto Index	4
2. Problembeskrivning	5
2.1 Problemdiskussion	5
2.2 Syfte	5
2.3 Problemformulering	6
2.4 Hypoteser	6
2.5 Uppsatsens begränsningar	7
3. Teoretisk referensram	8
3.1 Portföljoptimering	8
3.2 Sharpe Ratio	10
3.3 Klassificering	12
3.4 Risker	12
4. Metod	14
4.1 Datainsamling	14
4.2 Valda tillgångar	14
4.3 Sammansättning av portföljer	16
4.4 Applicering av metod	17
5. Resultat	21
5.1 Historisk data	21
5.2 Korrelation mellan tillgångarna	22
5.3 Simulerad data	23
6. Robusthetstest	27
6.1 Scenario 1: Max 25% investering i enskild egendom	27
6.2 Scenario 2: Short-selling tillåtet	28
6.3 Scenario 3: Likaviktad portfölj	28
7. Slutsats	30
7.1 Svar på problemformuleringar	30
7.2 Återkoppling till hypoteser	32
7.3 Rekommendation till framtida forskning	32
Litteratur	34
Appendix	39

1. BAKGRUND

Rapportens första kapitel innehåller en introduktion till studien samt underliggande bakgrund för förståelse av kryptovalutor och diversifiering. Bitcoin och Bloomberg Galaxy Crypto Index presenteras.

1.1 INTRODUKTION

Målet med rapporten är examinera om kryptovalutor bör inkluderas i en investeringsportfölj eller inte. I sökande efter ökad förväntad avkastning och nya diversifieringsmöjligheter undersöker rapporten kryptovalutors historiska beteende samt simulerar nya framtida scenarion genom att använda Monte-Carlo simulation och portföljoptimering. Efter jämförande av genomsnittliga Sharpe ratio:s och ett flertal robusthetstest når rapporten fram till en slutsats. Resultatet visar på att en allokering på omkring 2% effektivt kan förbättra en investeringsportfölj. Genom att inkludera kryptovalutor i portföljen får den en ökad förväntad avkastning i relation till samma risk.

1.2 TIDIGARE FORSKNING

Under de senaste åren har intresset för kryptovalutor ökat i allt större utsträckning. Mycket forskning har kretsat kring hur investering i Bitcoin hade kunnat förbättra en portfölj (Feng, Wang & Zhang 2018). Kryptovalutor och framförallt Bitcoin jämförs ofta med guld och hur det skulle kunna användas för att diversifiera sina investeringar och gardera (hedga) sig mot förändringar i marknaden. Kryptovalutor är fortfarande ett nytt fenomen, därmed är historisk data begränsad och framtiden oviss (Walther, Pham & Klein 2018).

Förutom osäkerheten kring valutornas prestationsmässiga utveckling finns även stora regulatoriska risker som kan innebära slutet för dessa valutor. Sett till historisk data som finns tillgänglig kan man utläsa stor volatilitet i diverse kryptovalutor. Riskerna är höga, men de möjliga vinster som kan utvinnas är enastående, vilket lockar till sig investerare (Chuen, Guo & Wang 2018). Rapporten kommer fokusera på kryptovalutor ur ett investeringsperspektiv.

Det finns sedan tidigare forskning som gjorts för att titta på hur Bitcoin påverkar en investeringsportfölj, bland annat genom Klabbers (2017), Ahnhem, & Lindberg (2017) samt Hernvall & Härnestav (2018). Gemensamt för dessa rapporter är att en inkludering av Bitcoin ger ökad förväntad avkastning på en investeringsportfölj. Hur mycket kryptovalutor förbättrar portföljen varierar dock i rapporterna, men förväntningarna inför denna rapport blir att Bitcoin bör inkluderas i en investeringsportfölj och att portföljens resultat då blir bättre. Då

marknaden och värderingen av kryptovalutor förändras hastigt önskar den här rapporten nu göra en ny egen bedömning eftersom en del tid har passerat sedan dessa rapporter skrevs och mer historisk data finns nu tillgänglig. Till skillnad från tidigare rapporter kommer den här rapporten även inkludera övriga kryptovalutor och därmed inte endast fokusera på Bitcoin. Vi anser att Bitcoin inte bör ses som den enda kryptovalutan av betydelse och att det saknas rapporter skrivna med fokus på hur ens investeringsportfölj påverkas vid inkludering även av övriga kryptovalutor. Dessa kryptovalutor kommer i rapporten representeras genom Bloomberg Galaxy Crypto Index. Här förväntas indexet likt Bitcoin också ha en positiv påverkan på en investeringsportfölj. Dessa förväntningar kommer grundligen från en studie av Brauneis & Mestel (2019) där kryptovaluta-indexet CRIX visade att en kombination av flertal kryptovalutor kan dämpa den vanligtvis mycket höga volatiliteten relaterad till dessa valutor.

Fernandes & Campa (2003) beskriver hur världen blir alltmer finansiellt integrerad och hur korrelationen mellan länder och marknader ökar. Silvennoinen & Thorp (2011) diskuterar detta ytterligare och förklarar att korrelationen mellan aktier, fonder och råvaror ökar och att marknaderna blir alltmer integrerade i varandra. Det innebär ökade risker då nedgång i marknaderna betyder att i princip alla ens investeringar går ned. Klabbars (2017) lyfter fram "hedges" och "safe havens" som räddningar på problemet, vars generella funktion är att gå bättre när övriga marknaden går dåligt. Diversifierare innebär att en tillgång har låg positiv korrelation till en annan och kan också användas för att fördela investeringsportföljens risker (Bouri et al. 2017). Klabbars (2017) förklarar vidare att de vanligaste tillgångarna som kommer på tal med potential att minska risk är guld och US Dollar. Att hitta ytterligare tillgångar som ger diversifieringsmöjligheter i dagens välintegrerade marknader vore av stor betydelse för en investerare. Detta gör att eventuella resultat och slutsatser dragna från rapporten blir viktiga för investerare då kryptovalutor skulle kunna vara en sådan tillgång.

Kryptovalutor och framförallt Bitcoin jämförs ofta med guld. Bland annat dess potential att fungera som hedge mot marknadsrisk diskuteras i rapporter skrivna av Rogojanu & Badea (2014), Dyhrberg (2016) och Walther, Pham & Klein (2018). Rapporterna får blandade resultat vilket både för- och motbevisar dessa egenskaper. År 2016 släppte Bloomberg genom Noah Smith en artikel angående faran med att tolka ett mönster som kanske inte ens finns. Bitcoin's korta, men volatila historia kan med detta i åtanke ses som en förklaring till att folk fått olika resultat. Därför kommer denna rapport göra en egen bedömning kring kryptovalutors förmåga att diversifiera en investeringsportfölj.

1.3 VAD ÄR KRYPTOVALUTOR

Kryptovalutor är digitala/virtuella valutor. Det är alltså inga fysiska pengar liksom fiatvalutor. Dessa valutor är istället säkrade genom kryptografi som gör det i princip omöjligt att förfälska en betalning. De flesta kryptovalutor är decentraliserade, vilket betyder att de inte tillhör någon bank, regering eller specifikt land (Milutinović 2018). Det innebär även att man inte kan appreciera/depreciera valutorna genom penningpolitik. Det är inte heller någon regering som kan skriva ner/upp dess värde (Klabbers 2017). Vid diskussion om kryptovalutor är det omöjligt att inte tala om Bitcoin, världens första och största kryptovaluta vilket idag, 2020, dominerar marknaden med 66% (Coinmarketcap 2020). För en bättre förståelse av kryptovalutor kommer därför genomgående förklaring av Bitcoin ges.

1.4 BITCOIN OCH DESS FUNKTION

Bitcoin grundades 2008 av en individ eller en grupp individer som är känt under pseudonymen "Satoshi Nakamoto", alltså ett anonymt namn där man ännu inte lyckats lista ut vem eller vilka som står bakom (Coinmarketcap 2020). Valutan har varit tillgänglig att köpas och säljas på olika växelkurser sedan 2009 (Atici 2019). Antalet växelkurser att handla på har blivit allt fler under åren och dessutom har flera nya kryptovalutor skapats, inspirerade av Bitcoin (Segendorf 2014).

Bitcoin är en virtuell valuta som är helt självständig och kontrolleras därmed inte av någon bank eller regering. Priset av Bitcoin (BTC) baseras därför helt på det rådande sambandet mellan utbud och efterfrågan (Segendorf 2014). Idag, år 2020, finns det omkring 18 miljoner Bitcoins och totalt kommer det finnas ett begränsat utbud på 21 miljoner (Coinmarketcap 2020). På grund av att genereringen av nya Bitcoins halveras var fjärde år är detta dock en matematisk tröskel som aldrig kommer nås, men år 2140 kommer man att vara marginellt nära (Yermack 2013). Yermack är en av dem som argumenterar för att det är då man når maxgränsen för hur många Bitcoins som kan genereras. Han fortsätter med att beskriva hur det kan leda till problem på längre sikt då valutan inte kommer kunna växa i takt med världsekonomin. Detta är ett av de grundliga argumenten till hans slutsats kring att Bitcoin borde ses som en spekulativ tillgång snarare än en valuta. Klabbers (2017) ser istället det begränsade utbudet som något som ger Bitcoin värde och Burghlea (2008) anser att det ger fördel vid bekämpandet av inflation när utbudet är fast och förutsägbart.

Bitcoin behåller användarna anonyma och istället för att verifiera användarna under en transaktion, verifierar man istället transaktionen i sig självt. Transaktionerna görs genom

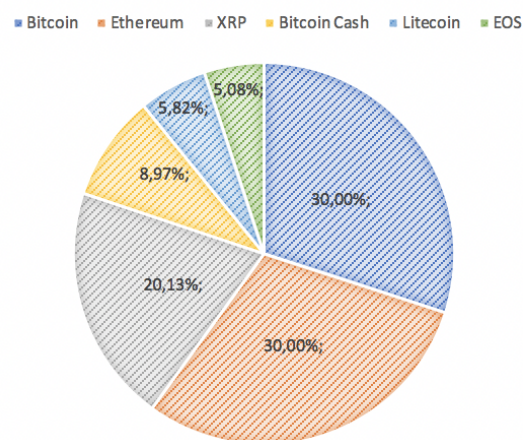
utbyte av krypterade meddelanden, därav uppkom namnet “kryptovalutor”. Anonymitet och säkerhet kan ses som grundläggande för hela idén med Bitcoin (Segendorf 2014).

Den tekniska processen bakom en transaktion är komplex och involverar krypterade meddelanden som kräver verifikation inom användarnas nätverk. Kortfattat går en transaktion till genom att den köpande och säljande parten kommunicerar med varandra genom krypterade meddelanden mellan sina “Wallets” där så kallade “miners” (deltagare i Bitcoin-nätverket) sedan använder sin dator för att verifiera transaktionen. De gör detta genom att låta datorn lösa komplicerade matematiska problem där de som är snabbast blir kompenserade för sitt arbete i form av nygenererade Bitcoins. Den verifierade transaktionen (även kallat ett “block”), läggs då till bland registret av verifierade Bitcoin-transaktioner, vilket kallas “Blockchain”. Med tanke på existensen av ett sådant register kan man argumentera för att Bitcoin inte alls är anonymt, men eftersom det fortfarande är väldigt svårt att länka samman en “Wallet” till en specifik användare så är processen i praktiken betraktad som helt anonym (Segendorf 2014).

1.5 BLOOMBERG GALAXY CRYPTO INDEX

Bitcoin’s framfart har lett fram till skapandet av ett flertal andra kryptovalutor. För att representera marknaden för kryptovalutor har Bloomberg konstruerat ett index bestående av de för stunden största kryptovalutorna (Bloomberg, 2020).

Figur 1: Galaxy Index



Fortsättningen av denna rapport inleds med en problembeskrivning där syfte, frågeställningar och hypoteser presenteras i kapitel 2. Därefter i kapitel 3 ges en omfattande förklaring kring portföljoptimering vilket landar i Sharpe Ratio och dess betydelse. Här beskrivs även klassificering av kryptovalutor och en genomgång av risker. Följt av detta kommer kapitel 4 om metod med en genomgång av tillgångarna som använts och även hur simulationer har skett för att generera ett slutgiltigt resultat. I kapitel 5 och 6 presenteras sedan resultat och robusthetstest vilket ligger till grund för de slutsatser som avslutningsvis kommer i kapitel 7.

2. PROBLEMBESKRIVNING

I följande kapitel kommer rapportens frågeställningar och syfte presenteras. Även bakomliggande hypoteser och eventuella begränsningar beskrivs.

2.1 PROBLEMDISKUSSION

I bakgrunden beskrevs att tillgångar rör sig mot att bli alltmer korrelerade med varandra vilket ökar riskerna för investerare. I jakten på möjligheter till diversifiering i investerares portfölj blir kryptovalutor ett intressant diskussionsämne, en ny typ av tillgångar/valutor som visat prov på att inte följa vanliga marknadsmönster. Den höga volatiliteten skapar en kombination av fantastiska möjligheter och stora risker. Går det att utnyttja det till sin fördel och kan man ta del av de fina möjligheterna utan att riskera mer än vad man är bekväm med? Kanske innebär en investering i kryptovalutor bara hög risk och en faktisk lägre genererad nytta

2.2 SYFTE

Rapporten vill belysa hur en investering med hjälp av kryptovalutor potentiellt kan diversifiera och förbättra en portfölj. Till skillnad från majoriteten av tidigare studier ligger fokus inte endast på Bitcoin utan även andra kryptovalutor vars andelar på kryptomarknaden växer sig allt större. Rapporten önskar analysera hur stora riskerna är med kryptovalutor och vilka fördelar/nackdelar det kan bringa att inkludera dessa i en investeringsportfölj.

Kryptovalutors ökade spridning kan leda till en förändring i privatpersoners investeringsportföljer, kanske med kryptovalutor som en inkludering i portföljen i funktion som en diversifierare, hedge eller safe haven. Möjligtvis kan det bli ett substitut mot tidigare investering i särskilda tillgångar? Dessa möjligheter skall studien titta närmare på. Slutligen fokuserar huvudfrågan kring om en inkludering av kryptovalutor i investeringsportföljen ger ökad förväntad avkastning i förhållande till risk. Rapporten syftar till att svara på detta och ge ett ekonomiskt motiverat beslutsunderlag kring en eventuell investering i kryptovalutor.

2.3 PROBLEMFÖRMULERING

Utifrån rapportens syfte är följande frågeställningar formulerade:

Huvudsaklig frågeställning

- Kan en inkludering av kryptovalutor i investeringsportföljen ge ökad förväntad avkastning i förhållande till risk?

Sekundär frågeställning

- Hur korrelerar “Bloomberg Galaxy Crypto Index” med marknaden och vilka diversifieringsmöjligheter kan indexet erbjuda?

2.4 HYPOTESER

Av tidigare studier att döma verkar en inkludering av Bitcoin kunna skapa en mer lönsam portfölj (Ahnheim & Lindberg 2017; Hernvall & Härnestav 2018; Klabbers 2017). Däremot skiljer sig studierna i hur stor del av portföljen som ska bestå av Bitcoin då den varierar mellan 1-20% vilket också gör att riskerna i de framtagna portföljerna sett väldigt annorlunda ut. Ett liknande resultat förväntas i det faktum att addering av Bitcoin i portföljen leder till ökad nytta. Utefter tidigare studier förväntas en inkludering av “Bloomberg Galaxy Crypto Index” ge portföljen högre avkastning i förhållande till egen risk genom lägre volatilitet, jämfört med att endast inkludera Bitcoin. Argumentet grundas på en studie av Brauneis & Mestel (2019), där de går igenom “kryptovaluta-indexet” CRIX och kommer fram till att portföljer bestående av ett flertal kryptovalutor tillsammans kan dämpa den vanligtvis mycket höga volatiliteten. Den här studien hoppas uppnå liknande effekt av att inkludera “Galaxy” och sätta in det i en vanlig traditionell portfölj och nå ett bättre resultat än tidigare studier där endast Bitcoin har inkluderats som en tillgång i investeringsportföljen.

Förväntningen är att “Galaxy” likt Bitcoin kommer vara relativt okorrelerat med övriga marknaden. Om korrelationen är positiv eller negativ återstår att se, men åtminstone en mycket svag korrelation förväntas. Förväntningen baseras på tidigare studier, t.ex. Brauneis & Mestel (2019) och Walther, Pham & Klein (2018). Att inkludera en tillgång med låg korrelation skulle erbjuda en portfölj möjligheter till diversifiering, vilket blir allt mer sällsynt då traditionella tillgångar rör sig mot att bli mer korrelerade och integrerade med varandra (Silvennoinen & Thorp 2011).

Sammanställning av hypoteser

1. En inkludering av kryptovalutor i portföljen leder till ökad förväntad avkastning i förhållande till risk.
2. En inkludering av Bloomberg Galaxy Crypto Index kommer ge ett bättre resultat än att endast inkludera Bitcoin och erbjuda diversifieringsmöjligheter till portföljen genom dess låga korrelation med övriga tillgångar.

2.5 UPPSATSSENS BEGRÄNSNINGAR

Den historiska datan som finns tillgänglig för kryptovalutor är väldigt begränsad. Den första och största valutan, Bitcoin, blev tillgänglig att köpa/sälja så sent som 2009. Tillsammans med kryptovalutors kraftiga volatilitet kan det innebära väldigt blandade resultat på en liknande genomförd studie med bara något enstaka år av ny data som skiljer dem åt. Det är något man bör ha i åtanke då man tolkar de resultat framtagna av studien. Vid framställandet av portföljer kommer heller inga valutarisker beaktas och av den orsaken kan avkastningar skilja sig åt beroende på valutaförluster/vinster.

3. TEORETISK REFERENSRAM

I kapitel tre ges en djupare beskrivning av portföljoptimering och begrepp som Sharpe Ratio. Tidigare forsknings slutsatser kring kryptovalutors klassificering tas upp och flertalet risker presenteras.

3.1 PORTFÖLJOPTIMERING

I modern portföljteori vill en investerare inneha en portfölj som bidrar med så hög möjlig avkastning som möjligt relativt till den risk som det innebär. En rationell investerare kommer alltså placera sina pengar i den portfölj som kan generera högst avkastning till lägst utsatt risk (Markowitz 1952). Genom diversifiering kan en portfölj optimeras och skapa högre förväntad avkastning till lägre volatilitet och därför anses mer fördelaktig. Det som Markowitz påvisade var att enstaka tillgångar själva fluktuerar mycket, men genom att addera fler tillgångar tillsammans skapas en diversifiering som minskar denna volatilitet och istället skapar stabilare avkastning. Denna stabilitet kommer från att tillgångarna rör sig upp och ner i olika cykler och inte korrelerar med varandra (Markowitz 1952). På grund av att tillgångarna inte korrelerar kan en tillgångs nedgång jämnas ut med en annans tillgångs uppgång under samma period menar Markowitz. Detta leder in på begreppen systematisk risk och icke-systematisk risk.

Den icke-systematiska risken som varje enskild tillgång medför är således den volatilitet som är möjlig att diversifiera bort. Att inkludera tillgångar i en portfölj som inte korrelerar med varandra kommer därför innebära mindre rörelse i samma riktning som hos de individuella tillgångarna och skapa en portfölj som ger en avkastning som inte är lika riskfylld (Klabbers 2017). Alla tillgångsslag utgör någon form av risk och prisförändringar kan ske utav flera olika anledningar. Det diversifiering leder till är att en portfölj inte är lika beroende av uppgångar och nedgångar inom en bransch, utan istället påverkas av flera olika tillgångar. Facit över antalet tillgångar som en portfölj skall innehålla för att erbjuda en bra diversifiering finns inte. Meir Statman & Glenn Klimek (2002) författarna till ”How Much Diversification is Enough?” menar på att det krävs 120 olika tillgångar för att nå en kvalitativ diversifiering. Dock är forskarna oense om detta och vad som kan anses vara en acceptabel diversifiering.

Enligt Taylor (1990) finns det inga tydliga gränser på vad som ska betraktas som låg, måttligt och hög korrelation, det varierar beroende vad det är för typ av test och att man i sin bedömning bör jämföra de olika korrelationerna med varandra för att göra en bra bedömning.

Han nämner dock att generella mätsystem kategoriserar följande i absoluta värden: $<0,35$ = låg/svag korrelation, $0,36-0,67$ = måttlig korrelation och $>0,68$ = hög/stark korrelation.

När den icke-systematiska risken väl är diversifierad till högsta möjliga grad finns fortfarande en osäkerhet i en investering, den systematiska risken (Klabbers 2017). Det är den risk som inte är möjlig att förutse och följaktligen heller inte möjlig att undvika genom diversifiering. Genom tillgångar som skapar hedge eller safe haven kan dock den systematiska riskens påverkan minska (Baur & McDermontt 2010). Den systematiska risken är den risk som majoriteten av alla tillgångsslag rör sig nedåt vid en marknadsstörning. Vanligtvis brukar finanskriser tas som ett exempel på när den systematiska risken blir väldigt tydlig (Gorton 2018). Att skapa en portfölj som är diversifierad och inte påverkas av den icke-systematiska risken samtidigt som den klarar av marknadsrörelser vid oroliga tider är således en mycket svår uppgift.

För att förstå om en skapad portfölj är en bra investering eller inte så brukar jämförelser mellan risk och avkastning göras. I en "mean variance framework" blir alltså inte endast avkastning det betydande måttet utan också risken (Markowitz 1952). Genom att plotta upp en rad olika portföljer i ett diagram där förväntad avkastning är på Y-axeln och risken är på X-axeln, kan man enkelt jämföra vilka portföljer som är effektiva eller inte. De portföljer som har högst avvägning av avkastning och risk kommer skapa en linje som kallas för "The Efficient Frontier". Denna linje betecknar de investeringar som är mest optimala. Om en investerare innehar en portfölj som inte befinner sig på denna linje utan istället befinner sig nedanför, hade samma förväntade avkastning kunnat uppnås men till ännu lägre risk än vad den portföljen har idag. Därför kan inte den portföljen i nuläget anses tillräckligt effektiv. Målet vid skapandet av en portfölj är följaktligen att befinna sig på "The Efficient Frontier" där högsta förhållandet mellan förväntade avkastning och risk finns.

Markowitz (1952) fortsätter och förklarar att "The Efficient Frontier" är en avtagande kurva innebärande att det måste finnas en optimal position där avkastningen förhållande till den risk investeringen innebär är som störst. Genom att placera sig antingen längre ner eller upp på denna kurva så kommer således förhållandet mellan avkastning och risk försämrats jämfört med den optimala positionen menar Markowitz. Denna punkt kan finnas genom att ta in ännu en modell, Capital Market Line. Genom att starta i den riskfria räntan på Y-axeln och sedan finna den punkt där den linjära Capital Market Line endast tangerar med "The Efficient Frontier" finner man den portfölj på marknaden som enligt Markowitz är mest optimal och

således där förhållandet mellan avkastning och risk är som störst. Investerare borde därför eftersträva att skapa en portfölj som är allokerad närmast möjligt där tangering av “The Efficient Frontier” sker. Beroende på investerarens riskprofil (Chronopoulos, De Reyck & Siddiqui 2011) kan sedan val göras kring hur stor risk sparandet skall innebära och denne kan placera en del av sitt sparande i den optimala portföljen och resterande i riskfria tillgångar. Kombinationen av riskfria tillgångar och den optimala marknadsportföljen kommer placera investeraren på Capital Market Line och förhållandet mellan avkastning och risk maximeras. Det som William Sharpe sedan tog fram i sin rapport (Sharpe 1966) var att lutningen utav denna linje (Capital Market Line) är det som är det väsentliga. En brantare linje kommer vara mer optimalt och för ökad risk erhåller en investerare en högre grad förväntad avkastning. Detta landar i begreppet Sharpe Ratio.

3.2 SHARPE RATIO

Genom att se på Sharpe Ratio för en portfölj kan relationen mellan risk och avkastning jämföras. En portfölj med högre Sharpe Ratio kommer därför ha en högre avkastning relativt till sin risk och anses därför mer lönsam. Genom att diversifiera sin portfölj och inkludera fler okorrelerade tillgångar till sin portfölj kan risken minska, medan avkastningen förblir hög. Detta speglas i Sharpe Ratio och blir därför ett väl användbart mått (Schuster & Auer 2012). En hög avkastning i en portfölj behöver inte innebära att det är en effektiv sådan, det kan många gånger förklaras genom att risken som portföljen har är också väldigt stor. Ser man istället på måttet Sharpe Ratio och jämför investeringar kan sedan bedömning göras om portföljen är en smart investering eller om det endast är hög avkastning på grund av den höga risk den innebär. Jämförelse mellan portföljer kommer därför ge en överskådlig blick på ett enkelt och effektivt sätt.

Formel och uträkning för Sharpe Ratio

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

R_p = Avkastning på portföljen (return of portfolio)

R_f = Riskfri ränta (risk-free rate)

σ_p = Standardavvikelse på portföljens avkastning (standard deviation of the portfolio's excess return)

1. Avkastningen av portföljen - Tas fram genom att vikta de olika avkastningarna från varje tillgång i förhållande till hur stor del den upptar upp av portföljen. Den förväntade avkastningen kommer alltså bli det viktade medelvärde kombinerat av alla investeringar (Investopedia 2020).

2. Riskfria räntan - Den ränta som en investerare kan erhålla genom att placera sina pengar i en tillgång som inte innebär någon risk. Vanligtvis brukar amerikanska statspapper anses som den säkraste investeringen som kan göras och därför vanligtvis det populäraste måttet som används vid beräkningar som dessa (Damodaran 2008). I denna rapport har 2% använts då det var närliggande 10 åriga amerikanska statspapper.

3. Standardavvikelsen i portföljen - När risken i en portfölj skall kalkyleras räcker det inte att kolla på de individuella standardavvikelserna och vikta dessa, utan det krävs även att korrelationen mellan investeringarna inkluderas (Ahnheim & Lindberg, 2017).

I och med den volatilitet som investeringar har kan man aldrig med säkerhet säga vad värdet av den är framåt i tiden (Schuster & Auer 2012). Med hjälp av statistiska program kan framtida möjliga utfall simuleras och uppskattas med viss säkerhet. En tillämpbar metod är Monte-Carlo simulationer, vilket kommer att användas i denna rapport. Sådana simulationer används flitigt inom finansvärlden där det finns risker inblandat, för att testa olika möjliga utfall för investeraren. En simulation skapar egentligen inte bättre resultat eller mindre osäkerhet för en investerare, men i och med att det är ett test av möjliga utfall kan det ändå fungera som underlag för analys och förberedelse inför eventuella utfall (Hassan Z. Al Garni, Anjali Awasthi 2020). Monte-Carlo använder den slumpmässiga data som finns tillgänglig och kan därigenom lösa statistiska problem och komma fram till en rimlig lösning (Kushal 2019). Genom att köra flertalet simulationer kommer rapporten få fram en mängd olika utfall på konstruerade portföljer och därigenom dra slutsatser om vilka investeringsalternativ som skapar bäst förväntad avkastning.

En intressant ståndpunkt, "The Lost Aversion Concept" beskrivet av Kahneman & Tversky (1954), förklarar hur en förlust väger tyngre än en vinst. Den höga volatiliteten ska enligt konceptet sänka den genererade nyttan, vilket då påstår att trots bättre eller samma Sharpe Ratio så kan en investering vara sämre än en annan om volatiliteten är för hög. Detta kommer hållas i åtanke under bedömning av studiens resultat.

Enligt "The Efficient Market Hypothesis" baseras marknadsvärdet på att all information är tillgänglig och att det reflekteras i tillgångens dagsvärde (Schmidt 2004). Denna teori skulle isåfall göra anspråk på att de höga riskerna som finns faktiskt redan är reflekterade i priset och att priset därmed kan anses som "rättvisande".

3.3 KLASSIFICERING

Ett omdiskuterat ämne är om kryptovalutor faktiskt kan klassas som valutor eller om det snarare är spekulativa tillgångar. Flera av de tidigare studier som gjorts hänvisar oftast till David Yermack (2013), som förklarar att Bitcoin inte bör klassas som en valuta eftersom den inte uppfyller de grundläggande krav som en valuta ska ha. Dessa funktionella krav beskrivs av Mishkin (2009). Det första, "Medium of exchange", innebär att det ska vara ett accepterat och fungerande betalningsmedel. Yermack påpekar att det här råder en del tvivel då t.o.m Bitcoin, den klart största kryptovalutan, har blivit begränsad i sin acceptans som betalningsmedel. Det andra är "Unit of account", valutan ska fungera som ett verktyg för att jämföra priser och värden på olika produkter. De kraftiga prisfluktuationer som kryptovalutor har blir då problematiska. Det sista kravet är "Store of value", alltså att valutan ska kunna behålla sitt värde. Även här förklarar Yermack att den höga volatiliteten innebär problem och belyser även risken att folk kan bli hackade på sina koder, i och med att det inte finns någon fysisk länk till kryptovalutor som Bitcoin.

Man ska dock komma ihåg att alla kryptovalutor inte beter sig exakt likadant som Bitcoin och att kryptovalutor fortfarande är väldigt nytt. Hur volatiliteten ser ut i framtiden kan mycket väl förändras. Anatol Antonovici (2019) visar i ett inlägg i "Bitcoinist" hur volatiliteten för Bitcoin sjunkit under årens gång och diskuterar möjligheten att utvecklingen kan fortsätta så. Som slutsats kring klassificering är Yermacks åsikter allmänt rätt accepterade, vilka säger att Bitcoin inte bör ses som en valuta i dagsläget, utan snarare som en spekulativ tillgång. Kryptovalutor generellt hamnar därmed också i en liknande beskrivning.

3.4 RISKER

Att investera i kryptovalutor är långt ifrån riskfritt. Den höga volatiliteten (Baur & Dimpfl 2017), hacker-risken (Ciaian mfl. 2016) och regulatoriska risker (Klabbers 2017), är några av de risker som hänger ihop med kryptovalutor. Som beskrivet är det många frågetecken till hur kryptovalutor fungerar och accepteras som valuta. Vid implementering av kryptovalutor kommer stater förlora makt och förlora förmågan att tillämpa monetär penningpolitik för att styra ekonomin (Atici 2019). Björn Segendorf (2014) beskriver hur detta kan sätta skräck i

stater acceptans och implementering av kryptovalutor. Det finns redan länder som har förbjudit handlande med kryptovalutor och i flera länder är det en pågående diskussion kring hur landet ska förhålla sig (Cryptonews 2020). Med dessa bakomliggande risker kan man fundera på om den potentiella vinsten som kan göras av en investering verkligen är värd riskerna.

4. METOD

Fjärde kapitlet beskriver hur datainsamlingen har gått till och vilken tidsperiod samt vilka tillgångar studien använt sig utav. Vidare förklaras hur sammansättningen av de olika portföljerna ser ut, hanteringen av data och hur simuleringen är uppbyggd.

4.1 DATAINSAMLING

Genom Bloomberg har historisk data hämtats för de olika tillgångarna. Datan består av daglig prisdata från 2017-08-02 till 2019-12-31, vilket innebär en tidsperiod på lite över 2 år.

Tidsperioden anses som rimlig, bland annat eftersom Bitcoin var relativt orörlig och okänt innan 2017 vilket skulle dra ner volatiliteten i våra uträkningar och på så sätt kunna ge Bitcoin lägre risk än vad valutan förtjänar (se appendix 1). Tillgång till historisk data för kryptovaluta-indexet Galaxy är begränsad till just 2017-08-02, vilket också bidrog till fastställandet av tidsperiod för datainsamlingen.

4.2 VALDA TILLGÅNGAR

1. OMXS30	De 30 mest handlade aktierna på stockholmsbörsen vilket är viktade utefter storlek på dessa aktier. De bolag som har en högre pris per andel kommer således påverka indexet med större inverkan då vikten inom indexet är större än för ett bolag med lägre pris.
2. S&P 500 Index	“Standard and Poor’s 500” är ett amerikanskt aktieindex över 500 stora börsnoterade aktiebolag. De företag som ingår i indexet har ett marknadsvärde på åtminstone 5,3 miljarder dollar. Indexet ska representera USA’s industri.
3. Guld	Används ofta inom portfolio management som en hedge mot nedgångar på marknaden. Korrelerar negativt med aktiemarknaden och har därför en tendens att stiga i värde när aktier sjunker.
4. 5 och 10 år obligationer (amerikanska statsobligationer)	Är värdepapper sålda utav amerikanska staten som ger en på förhand bestämd avkastning. Ett sätt för amerikanska staten att finansiera sina inhemska projekt och anses vara en extremt säker tillgång för investerare. Förklaras ofta som en riskfri tillgång eftersom avkastningen är i amerikanska dollar och staten alltid kan trycka mer dollar för att återbetala sin skuld.

5. Bloomberg Commodity Index	Energi 30%(olja, naturgas), korn 22%(sojaböner, majs), industrimetaller 17,5% (koppar, aluminium), ädelmetaller 17,5% (guld, silver) mjuka råvaror 7% (kaffe, socker) boskap 6% (Nöt, svin). Index över flertalet råvaror runtom världen där ingen råvarugrupp får överstiga 33% och ingen enskild råvara får överstiga 15%.
6. Amerikanska Dollar	Världens mest använda valuta och en valuta som även används som riktmärke för andra valutor. Officiell valuta i flertalet länder men används även som sekundär valuta i stort sett alla länder.
7. Japanska Yen	Japanska valutan som används flitigt inom världshandeln. Anses ha safe haven egenskaper då den har stigit i värde under tider av oroligheter på aktiemarknaden. Under finanskrisen 2008 ökade den i värde 20% som ett exempel på detta.
8. Bloomberg European 500 Index	Index över de 500 bolag i Europa som upptar största marknadsvärde. Bolag med större marknadsvärde upptar en större vikt i indexet och kommer således ha en större påverkan på indexets avkastning.
9. iShares Global Clean Energy	Index som följer flertalet bolag som enbart handskas med förnyelsebar energi. Indexet är viktat utefter storleken på varje bolag och större bolag har därför större inverkan på indexets avkastning.
10. Svenskt Fastighetsindex	Speglar prisförändringen som skett i den svenska fastighetsmarknaden de senaste 5 åren.
11. Bitcoin	Kryptovaluta som har haft mycket positiv utveckling de senaste åren. Kommer inkluderas och exkluderas i kommande resultat och slutsatser kommer dras kring detta.
12. Bloomberg Galaxy Crypto Index	Index över flertalet kryptovalutor inkluderat. Genom att inkludera diverse kryptovalutor i ett index skapas en stabilare avkastning än vad som hade varit fallet för enstaka valutor. Kommer att inkluderas och exkluderas i kommande resultat och slutsatser kommer dras kring detta.

Tillgångarna som valts till denna rapport baseras på den information om svenskars sparande som statistiska centralbyrån framställer årligen (SCB 2020). Genom att välja dessa tillgångar kan därför en portfölj skapas som speglar hur ett svenskt hushåll hade kunnat investera sitt sparande i idag. Med hjälp av de tillgångar som finns tillgängliga kan en diversifierad och realistisk portfölj nu skapas. För att skapa pålitliga jämförelser med tidigare forskning så har

även valda tillgångar som används i tidigare studier tagits i beaktning. Utefter deras val av tillgångar så har likartade investeringar sökts upp för att just skapa en snarlik investering med skillnaden i Bloomberg Galaxy Crypto Index som i tidigare studier inte har inkluderats. Uppsatser som inspiration tagits från är Klabbers, S. (2017) och Hernvall, S. Härnestav, K. O. (2018).

4.3 SAMMANSÄTTNING AV PORTFÖLJER

För att skapa jämförelse mellan en portfölj innehållande vanliga tillgångar mot en portfölj innehållande Bitcoin och "Galaxy" kommer tre olika portföljer att skapas:

1. Portfölj skapad endast med tillgångarna 1-10 i ovanstående tabell
2. Portfölj skapad med tillgångarna 1-10 och även 11. Bitcoin
3. Portfölj skapad med tillgångarna 1-10 och även 12. Galaxy

Utefter dessa portföljer kan sedan jämförelse göras vilken som i dagsläget skapar mest fördelaktig förväntad avkastning relativt den risk som det också innebär. Med hjälp av simulationer kan detta uppskattas och slutsatser kring huruvida en investerare bör inkludera tillgång 11 och 12 i sin portfölj kan dras.

För att skapa en överskådlig jämförelse och en portfölj som överensstämmer med hur en svensk investerare hade placerat sitt sparande idag kommer ett antal begränsningar göras:

- Short-selling är inte tillåtet och vikten utav varje tillgång i portföljen måste överstiga eller vara lika med 0.
- Lån för investering är inte tillåtet och vikten för portföljen kan därför inte överstiga 1.

Genom dessa begränsningar kommer varje enskild portfölj enkelt kunna jämföras med en rättvisande bild. Inspirerade av tidigare studier har just dessa begränsningar valts ut med anledning av de svårigheter som short-selling och lån innebär. Short-selling är en komplicerad metod där investerare kan ta negativa positioner i tillgångar som förväntas minska i värde (Klabbers 2017). I en portföljkonstruktion blir det som att investera en negativ procentuell andel i en tillgång. Metoden kräver stor förståelse på grund av den stora risk det innebär men används flitigt inom finansvärlden då det även kan generera ökade avkastningar. För privatpersoner kan detta dock kännas främmande och de flesta använder inte detta när de

konstruerar sina investeringsportföljer. Av den anledningen konstrueras portföljerna utan möjlighet för short-selling.

Utöver dessa genomgående begränsningar kommer även tre olika typer av portföljer skapas för att kunna göra ytterligare jämförelse och se vad som blir mest fördelaktigt i de olika situationerna. Detta kommer fungera som ett robusthetstest för att se om resultatet fortfarande blir detsamma. Dessa restriktioner och indelningar görs enligt följande:

- Scenario 1 innebär att ingen enskild tillgång får enskilt överstiga 25% av portföljens vikt. Förhindrar att portföljen blir allt för influerad av en tillgångs ned- och uppgångar och sprider ut risken över flertalet tillgångar.
- Scenario 2 innebär att short-selling nu är tillåtet vid konstruktion av optimal portfölj och kan fritt innehålla de vikter som är mest fördelaktigt.
- Scenario 3 innebär att alla tillgångar i portföljen har lika stor vikt och således påverkar avkastningen med lika stor inverkan.

Vid varje scenario skapas tre skilda portföljer där jämförelse kommer ske. Dessa tre portföljer är vad som beskrivs i tidigare stycke. Efter konstruktion utav varje portfölj i vardera scenario kommer 12 portföljer ha skapats och jämförelse kan ske mellan scenarion och investeringsalternativ. Ett tillvägagångssätt när investerare skapar en portfölj är att ingen enskild tillgång får uppta för stor del av portföljen (Conover et al. 2007). Därför sätts det första robusthetstestet att inte mer än 25% av portföljens vikt får allokeras till en enskild tillgång vilket är samma procentsats Hernvall & Härnestav (2018) används sig av i sina simulationer. I scenario två testas om resultatet fortfarande blir detsamma om short-selling är tillåtet. Scenario tre skapas med liknande motivering som det första scenariot där en väl utspridd portfölj testas. Denna gången genom likaviktade portföljer för att minimera risken att enstaka tillgångars nedgång skall påverka i för stor grad och för att sprida riskerna kopplade till portföljen. Vid skapandet av dessa portföljer används ingen optimering utav portföljer utan varje enskild tillgång kommer att inneha samma vikt som samtliga andra tillgångar och därför påverka i samma grad.

4.4 APPLICERING AV METOD

Inspirerade av Klabbers (2017) och Hernvall & Härnestav (2018), kommer en liknande metod att användas genom Monte-Carlo simulation och Mean-Variance optimerings-ram

(MVO) för att konstruera optimerade portföljer på simulerad data som baseras på framtagna historisk data för de olika tillgångarna. MVO räknar genom en optimeringsfunktion som heter "solver" i Excel ut hur stor andel av de olika tillgångarna ens portfölj bör innehålla beroende på tillgångarnas avkastning och dess kovarians med varandra. Genomgående för alla framtagna portföljer är att alla andelar tillsammans ska vara lika med 1 och att ingen blankning (short-selling) är tillåten. Man investerar därför $\geq 0\%$ i varje tillgång.

Vid konstruktion av Monte-Carlo simulation används slumpalsgenerering i Excel tillsammans med medelvärdet av den dagliga avkastningen samt standardavvikelsen för den valda tidsperioden för de utvalda tillgångarna. Med hjälp av formeln "`=NORM.INV(SLUMP();avkastning;std.av)`" skapas en simulerad avkastning som beroende på hur stor standardavvikelsen är, kretsar kring den historiska genomsnittliga avkastningen för en tillgång. De olika tillgångarna är individuellt simulerade. Därmed är de gjorda utan hänsyn till kovarians och endast baserade på slump, historisk avkastning och standardavvikelse. Kovariansen har sedan används vid optimeringen av portföljerna. Värdeförändringen i obligationerna är uträknade efter prisindex på Bloomberg för att vara jämförbart med övriga tillgångar. Inledningsvis simulerades en kumulativ vecka på 5 dagar där avkastningen vid veckans slut noterades som den simulerade veckans resultat. Fortsättningsvis simulerades 52 veckor för att presentera ett helt års resultat samt den genomsnittliga avkastningen varje vecka. Nästa steg var att simulera 100 år vilket innebar simulering av ytterligare 99 olika år. Detta resulterar i att det nu finns 100 stycken simulerade år med data som baserats på de individuella tillgångarnas historiska avkastning och av dess standardavvikelse.

Av dessa 100 simulerade år skapades 300 portföljer. 3 portföljer per simulerat år. Den första bestående av tillgångarna 1 t.o.m 10, den andra av 1 t.o.m 10 + Bitcoin och den tredje portföljen 1 t.o.m 10 + Galaxy. På grund av Bitcoin och Galaxy-indexets kraftiga volatilitet och skiftande resultat togs de fem bästa och sämsta presterande åren för dessa tillgångar bort för att resultatet skulle vara statistiskt signifikant. Vilket resulterade i 100 simulerade "vanliga portföljer", 90 simulerade "Bitcoin-portföljer" och 90 simulerade "Galaxy-portföljer". Från dessa beräknades sedan medelvärden på avkastning och standardavvikelse, vilket tillsammans med den riskfria räntan(2%) användes för att räkna ut Sharpe Ratio. Dessa kunde sedan jämföras mellan de olika typerna av portföljer. Ett förtydligande, det är alltså 100 olika simulationer av ett år, inte 100 år framåt i tiden. Genomsnittliga värden kan sedan

tas ut efter alla simulationer för att ge ett säkrare resultat än att endast lita på en enstaka simulation.

Vidare kunde en portfölj med optimala vikter i de olika tillgångarna skapas med hjälp av "excel solver" för att ge den bästa möjliga portföljen för varje simulerat år. I solver maximeras Sharpe Ratio utefter tillgängliga tillgångar för att skapa högsta möjliga avkastning i förhållande till risk. För att konstruera de optimala portföljerna genom excel solver behöver flertalet variabler inkluderas för att generera korrekta lösningar. I tidigare stycke förklaras hur en förväntad genomsnittlig årlig avkastningen per tillgång har tagits fram av den simulerade datan. Därefter har tillgångarnas kovarians sinsemellan genererats genom kovariansformeln "covar" i excel för att kunna användas vid framtagandet av portföljernas varians. När detta finns tillgängligt så tas den förväntade avkastningen för en portfölj fram där följande uträkning används:

$$E(r_p) = \sum_{t=1}^n w_t E(r_t)$$

Inledningsvis i genereringen av den optimala portföljen sätts alla tillgångars vikter till $1/x$ där x är antalet tillgångar som finns i portföljen. Dessa vikter kommer sedan förändras med hjälp av solver för att optimera den förväntade avkastningen. För att sedan skapa variansen för portföljen så används följande formel där nu den framtagna kovariansen mellan tillgångarna kommer till användning:

$$\sigma_p^2 = w_x^2 \sigma_x^2 + w_y^2 \sigma_y^2 + 2w_x w_y \text{Cov}(r_x, r_y)$$

Vilket i dessa portföljer istället blir på följande sätt då fler än två tillgångar används:

$$\sigma_p^2 = \sum_{t=1}^n \sum_{t=1}^n w_t w_j \text{Cov}(r_i, r_j)$$

När både förväntad avkastning och standardavvikelse för portföljen finns tillgängliga så kan Sharpe Ratio räknas ut. I detta skede kommer excel solver in i uträkningen där Sharpe Ratio skall maximeras genom att förändra tillgångarnas vikter i portföljen vilket resulterar i ny förväntad avkastning och standardavvikelse. Genom att förändra tillgångarnas vikter från $1/x$

till vad som istället är optimalt baserat på tillgångarnas avkastningar, standardavvikelse och kovarians så kan Sharpe Ratio öka eftersom det sker en förändring i förväntad avkastning och standardavvikelse för portföljen.

Avslutningsvis gjordes robusthetstest vilket innebar förverkligande av de tre olika scenarion som skapats för varje portfölj för att se om resultaten fortfarande skulle bli detsamma. Dessa konstruerades på samma simulerad data, med skillnaden att olika begränsningar lagts till eller tagits bort. Dessa är att tillåta short-selling, ha en maxbegränsning på 25% i enskild tillgång och att allokeringen i varje tillgång är lika stor (equally-weighted portfolio). Genom att testa flertalet olika scenarion kan slutsatser med större säkerhet dras kring huruvida investering i kryptovalutor bör göras.

5. RESULTAT

Presentation av studiens resultat - historisk data för tidsperioden samt simulerad data. Även en korrelationsmatris konstrueras på den historiska datan för att visa hur tillgångarna rör sig relativt mellan varandra. Kapitlet går också igenom hur stor procentuell andel av investering de olika simulerade portföljerna valt att placera i kryptovalutor.

5.1 HISTORISK DATA

Tabell 1: Sammanfattande statistik

	Avkastning Veckovis	Std.Av. Veckovis	Avkastning Årlig	Std.Av. Årlig
OMXS30	0,12%	1,91%	6,32%	13,80%
S&P 500	0,23%	1,92%	12,67%	13,84%
Guld	0,15%	1,47%	8,35%	10,56%
5 år obl.	0,01%	0,42%	0,32%	3,06%
10 år obl.	0,03%	0,84%	1,62%	6,05%
Råvaror	-0,02%	1,49%	-0,94%	10,74%
Dollar	0,03%	0,75%	1,71%	5,41%
Yen	-0,01%	0,86%	-0,60%	6,19%
Europa aktier	0,08%	1,58%	4,20%	11,36%
Förn. energi	0,28%	2,16%	15,36%	15,61%
Fastigheter	0,03%	0,32%	1,79%	2,30%
Bitcoin	1,40%	11,14%	106,17%	80,33%
Galaxy	0,96%	11,94%	64,41%	86,11%

Tabell 1 sammanfattar den avkastning och standardavvikelse de valda tillgångarna har haft under den utsatta tidsperioden. Datan är baserad på förändring i daglig avkastning, för att tydligare se skillnader mellan tillgångarna presenteras veckovis samt årlig sammanställning i tabellen ovan. Yen och indexet för råvaror är de enda av tillgångarna som har haft negativ avkastning under perioden. Bitcoin och Galaxy-indexet sticker båda ut med klart högre avkastning och högre standardavvikelse än övriga tillgångar. Bitcoin visar upp starkare siffror än Galaxy där den årliga avkastningen under perioden varit 106.17% jämfört med 64,41% och har trots det haft lägre standardavvikelse. Det är utifrån denna historiska data som studiens simuleringar är gjorda.

5.2 KORRELATION MELLAN TILLGÅNGARNA

Tabell 2a: Korrelationsmatris

	OMXS30	S&P 500	Guld	Obligationer 5 år	Obligationer 10 år	Råvaror	Dollar	Yen	Europa aktier	Förnyelsebar energi	Fastigheter	Bitcoin	Galaxy
OMXS30	1												
S&P 500	0,472	1											
Guld	-0,173	-0,147	1										
Obligationer 5 år	-0,299	-0,444	0,489	1									
Obligationer 10 år	-0,282	-0,419	0,462	0,958	1								
Råvaror	0,226	0,283	0,196	-0,146	-0,137	1							
Dollar	0,127	-0,005	-0,555	-0,152	-0,124	-0,205	1						
Yen	0,317	0,409	-0,573	-0,602	-0,578	0,031	0,473	1					
Europa aktier	0,859	0,521	-0,155	-0,291	-0,257	0,268	0,128	0,338	1				
Förn. Energi	0,354	0,674	0,034	-0,247	-0,229	0,286	-0,155	0,175	0,412	1			
Fastigheter	0,051	0,062	-0,127	-0,006	-0,016	-0,009	0,067	0,056	0,059	0,054	1		
Bitcoin	0,032	0,024	0,023	-0,008	-0,017	0,004	0,016	-0,020	0,021	0,012	-0,043	1	
Galaxy	0,068	0,051	0,025	-0,035	-0,043	0,059	0,000	-0,012	0,049	0,072	-0,033	0,769	1

Korrelationsmatrisen skapad från den iakttagna tidsperioden visar på låg korrelation mellan kryptovalutor och övriga tillgångar. Både Bitcoin och Bloomberg Galaxy Crypto Index har klart lägre korrelationsvärden än övriga tillgångar. Alla dess framtagna korrelationsvärden är lägre än 0,1 med de traditionella tillgångarna, vilket är klart lägre än vad dessa tillgångar har med varandra. De högsta iakttagna korrelationerna Galaxy visar upp är 0,068 med OMXS30 och 0,072 med förnyelsebar energi, vilket i relation till övriga korrelationsvärden i tabellen får bedömas som väldigt låg. De flesta av Bitcoin's korrelationsvärden är ännu lägre än Galaxy's. Vid röd markering av värdena $0,1 \geq x \geq -0,1$ blir kryptovalutornas genomgående låga korrelation med övriga tillgångar ännu mer tydlig. Se tabell 2b.

Tabell 2b: Korrelationsmatris med markering av låga värden

	OMXS30	S&P 500	Guld	Obligationer 5 år	Obligationer 10 år	Råvaror	Dollar	Yen	Europa aktier	Förnyelsebar energi	Fastigheter	Bitcoin	Galaxy
OMXS30	1												
S&P 500	0,472	1											
Guld	-0,173	-0,147	1										
Obligationer 5 år	-0,299	-0,444	0,489	1									
Obligationer 10 år	-0,282	-0,419	0,462	0,958	1								
Råvaror	0,226	0,283	0,196	-0,146	-0,137	1							
Dollar	0,127	-0,005	-0,555	-0,152	-0,124	-0,205	1						
Yen	0,317	0,409	-0,573	-0,602	-0,578	0,031	0,473	1					
Europa aktier	0,859	0,521	-0,155	-0,291	-0,257	0,268	0,128	0,338	1				
Förn. energi	0,354	0,674	0,034	-0,247	-0,229	0,286	-0,155	0,175	0,412	1			
Fastigheter	0,051	0,062	-0,127	-0,006	-0,016	-0,009	0,067	0,056	0,059	0,054	1		
Bitcoin	0,032	0,024	0,023	-0,008	-0,017	0,004	0,016	-0,020	0,021	0,012	-0,043	1	
Galaxy	0,068	0,051	0,025	-0,035	-0,043	0,059	0,000	-0,012	0,049	0,072	-0,033	0,769	1

Fastighetsindexet visar också låga korrelationer med övriga tillgångar, men har trots det låg korrelation även med kryptovalutorna. Bitcoin och Galaxy har hög positiv korrelation på 0,769 vilket är ganska självklart då Galaxy består till 30% av Bitcoin. Guld visar på tydliga negativa korrelationer med marknaden. Jämförelsevis är de negativa korrelationer som kryptovalutorna visar upp få men framförallt mycket låga, men den låga negativa korrelationen till yen, fastigheter och obligationer kan noteras. De har även väldigt låg men negativ korrelation till obligationerna, dock har obligationerna genomgående nästan enbart negativa korrelationer vilket gör det mindre anmärkningsvärt.

5.3 SIMULERAD DATA

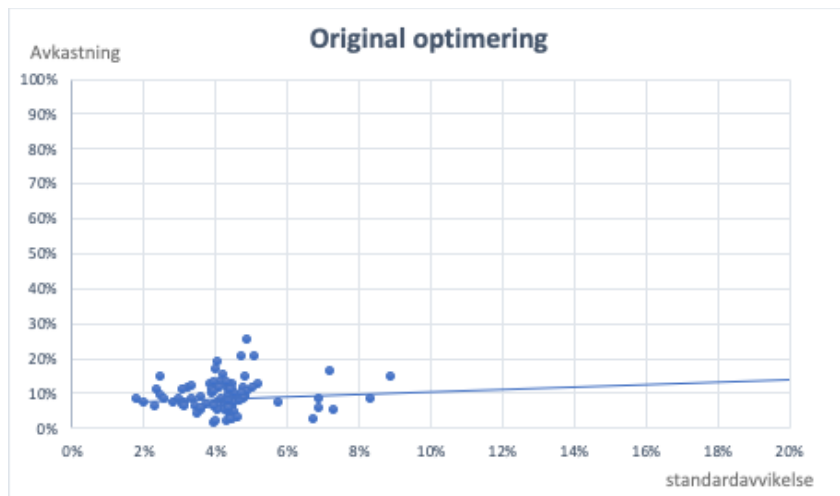
Tabell 3: Sammanfattning på simulerade portföljer

	Vanlig portfölj	Bitcoin portfölj	Galaxy portfölj
% investerat i:			
OMX	6,5%	2,0%	1,9%
S&P 500	7,6%	5,0%	6,2%
Guld	10,3%	12,0%	12,0%
Obligationer 5 år	9,6%	11,2%	10,8%
Obligationer 10 år	10,0%	13,1%	15,4%
Råvaror	6,6%	1,5%	2,1%
Dollar	10,4%	21,1%	20,4%
Yen	7,1%	7,2%	7,8%
Europa aktier	6,7%	3,5%	3,4%
Förn. energi	11,7%	7,1%	5,7%
Fastighet	13,5%	14,2%	12,2%
Bitcoin		2,2%	
Galaxy			2,1%
Summa	100%	100%	100%
Avkastning	8,08%	17,83%	17,00%
Standardavvikelse	4,399%	4,090%	4,086%
Sharpe ratio	1,499	3,754	3,693

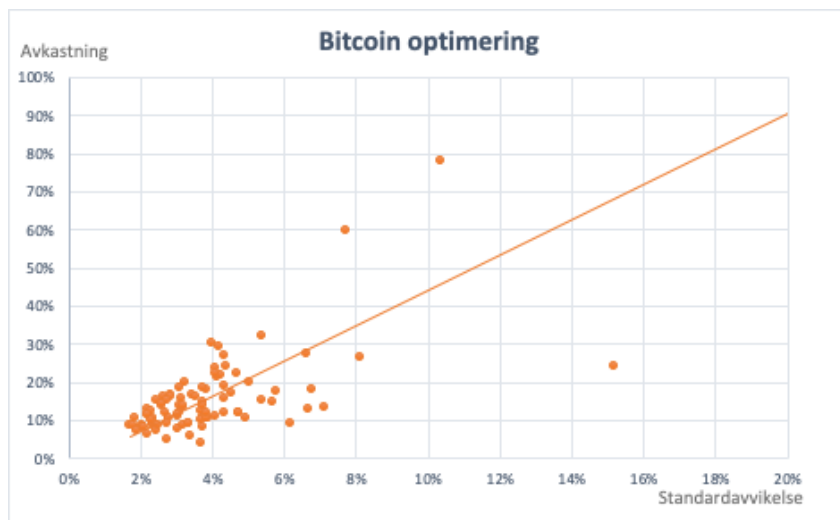
Tabellen är en sammanställning av medelvärden från de 100 simulerade åren för de olika konstruktionerna av portföljer. Medelvärden för portföljerna med kryptovalutor är beräknade på 90 av dessa 100 år då de 5 bästa och sämsta åren för kryptovalutan samt indexet tagits bort för att få bort "outliers". Detta gjorde att både Bitcoin- och Galaxy-portföljens genomsnittliga Sharpe Ratio gick ned något. Bitcoin från 4,069 till 3,754 och Galaxy från 3,969 till 3,693.

Tabellen visar hur portföljen utan krypto har en mer jämn fördelning över alla tillgångar. Portföljerna med krypto har större procentuell andel placerad i de tillgångar som är mindre volatila som dollar, yen och obligationer. Detta kombinerat med en investering i Bitcoin/Galaxy visar upp en markant skillnad i den förväntade avkastningen. Den optimala investeringen i kryptovalutor visar sig inte vara särskilt stor, men gör mycket nytta för portföljen. I båda portföljerna med kryptovalutor har den genomsnittliga avkastningen för ett år mer än dubblats och anmärkningsvärt nog har kryptovalutorna t.o.m. lägre genomsnittlig standardavvikelse (vilket de även har om man inte tar bort de 5 bästa och sämsta åren) jämfört med den vanliga traditionella portföljen. Resultaten för Bitcoin och Galaxy-portföljen blev relativt lika varandra, men en viss skillnad kring den procentuella fördelningen bland tillgångarna kan iakttas. Bitcoin-portföljerna har presterat bäst och har högst Sharpe Ratio. Dess avkastning var högre än Galaxy's och skillnaden i standardavvikelse var marginell, även om standardavvikelsen för Galaxy-portföljerna var lägre.

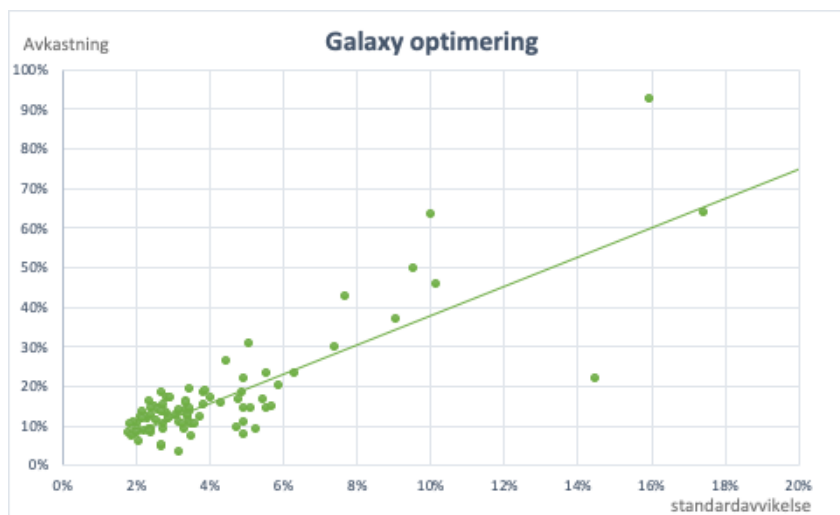
Figur 2a: Avkastning och standardavvikelse för de optimerade portföljerna



Figur 2b: Avkastning och standardavvikelse för de optimerade portföljerna

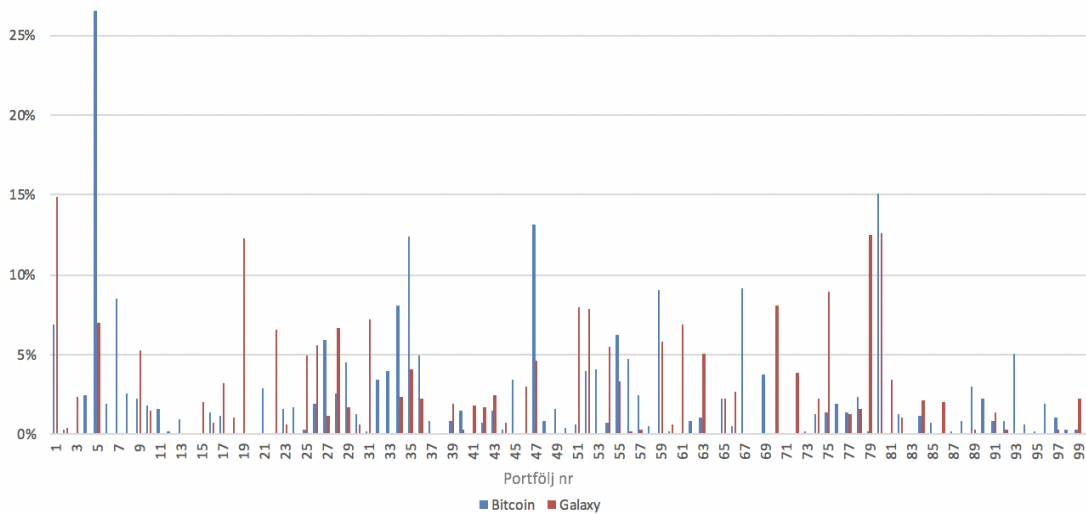


Figur 2c: Avkastning och standardavvikelse för de optimerade portföljerna



De tre olika konstruktionerna av portföljer illustreras i varsitt plotdiagram där varje punkt är ett simulerat år och en portfölj. Portföljerna utan kryptovalutor visas i den blå färgen där punkterna förhåller sig mer centrerat kring en punkt. Bitcoin- och Galaxy-portföljerna har en större spridning bland punkterna. Diagrammen för portföljerna med kryptovalutor består här av 90 olika år och de fem bästa och sämsta åren för kryptovalutornas prestation är därmed borttagna. Portföljerna med möjlighet att investera i kryptovalutor skapar tydliga trendlinjer där högre avkastning någon simulation är relaterad till högre standardavvikelse för den portföljen. De vanliga portföljerna utan kryptovalutor lyckas inte komma upp i samma avkastningsnivåer även om en av de simulerade portföljerna får högre standardavvikelse något år. Detta gör att trendlinjen får lägre lutning jämfört med de två andra typerna. De flesta simulerade portföljerna hamnar på ca 3%-5% standardavvikelse vilket förklarar de genomsnittliga värdena presenterade i tabell 5.3 som alla var ca 4%, men med högre avkastning för portföljerna med kryptovalutor.

Figur 3: Procentuell investering i Bitcoin och Galaxy



Det påvisas en stor spridning i de simulerade portföljerna beträffande hur stor andel i kryptovalutor en optimal portfölj ska innehålla. Maximal procent investerad i kryptovalutor är 26,6% respektive 14,9%

Tabell 4: Allokering i kryptovalutor

	<i>Maximal % inv</i>	<i>Tillfällen vid 0% inv</i>
Bitcoin	26,6%	18
Galaxy	14,9%	34

i de 100 Bitcoin och Galaxy-portföljerna. Några av de största procentuella fördelningarna försvinner sedan när de fem åren med högst simulerad avkastning för kryptovalutor tas bort. Den genomsnittliga investerade procenten blir liknande för de två typerna av portföljer med 2,2% för Bitcoin och 2,1% för Galaxy.

Antal tillfällen då 0% investering gjordes i kryptovalutor var 18 av Bitcoin-portföljerna och 34 av Galaxy-portföljerna. Bitcoin är tillgången med minst antal noll-procentuella investeringar bland Bitcoin portföljerna (näst minst var dollar med 28 tillfällen). Bland Galaxy-portföljerna var det endast guld och dollar som hade färre antal portföljer med 0% investering i tillgången med 32 och 27 tillfällen vardera. Se Appendix 3 för full tabell.

6. ROBUSTHETSTEST

I följande avsnitt kommer tre nya typer av portföljer skapas för att kunna säkerställa att resultatet i tidigare sektion gäller trots bortfall och tillägg utav olika begränsningar. Testerna kommer att framställas genom identiskt tillvägagångssätt med skillnaden att begränsningarna exkluderas och nya limitationer läggs till. Vid skapandet av dessa portföljer kommer slutsatser kunna dras kring huruvida kryptovalutor ger bättre förutsättningar för att skapa en effektiv investering oberoende av portföljstrategi. I dessa tester har inte de 5 simulerade åren med högst och lägst avkastning tagits bort. Detta för att det ska bli tydligare och enklare att jämföra mellan de olika testen.

6.1 SCENARIO 1: MAX 25% INVESTERING I ENSKILD EGENDOM

Inledningsvis skapades de tre olika typerna av portföljer, nu med begränsningen 25% maximalt investerat i varje enskild tillgång.

Tabell 5a: Robusthetstest

	Optimering	Max 25%
Vanlig portfölj		
Genomsnittlig avkastning	8,08%	7,48%
Genomsnittligt std.av	4,40%	4,30%
Genomsnittlig Sharpe ratio	1,499	1,362
Bitcoin-portfölj		
Genomsnittlig avkastning	20,65%	20,60%
Genomsnittligt std.av	4,25%	4,40%
Genomsnittlig Sharpe ratio	4,069	3,851
Galaxy-portfölj		
Genomsnittlig avkastning	19,44%	20,32%
Genomsnittligt std.av	4,22%	4,55%
Genomsnittlig Sharpe ratio	3,969	3,733

Portföljen med Bitcoin presterar bäst trots en liten försämring av genomsnittlig Sharpe Ratio på 3,851 från att ha varit 4,069. Portföljen utan kryptovalutor och den med Galaxy har likaså minskat dess förväntade Sharpe Ratio. Portföljen utan kryptovalutor har minskat sin genomsnittliga förväntade avkastning med en större utsträckning än vad volatiliteten har minskat, vilket skapar en sämre genomsnittlig Sharpe Ratio till följd av detta. En portfölj innehållandes Galaxy har däremot ökat sin avkastning en aning men inte i lika stor utsträckning som volatiliteten har ökat. Risken vid innehav av denna portfölj har alltså ökat

och således genererat en sämre Sharpe Ratio än utan denna maxgräns på 25% investerad i enskild tillgång.

Portföljerna med Bitcoin och Galaxy har uppvisat högre genomsnittlig avkastning jämfört med portföljen utan. Dessa portföljer innebär snarlika standardavvikelser som en portfölj utan kryptovalutor, men ger en tydlig ökning i förväntad avkastning med 20,6% för Bitcoin och 20,3% för Galaxy jämfört med en portfölj utan krypto som ger 7,5% i genomsnitt.

6.2 SCENARIO 2: SHORT-SELLING TILLÅTET

Fortsättningsvis så skapades tre nya portföljer där den tidigare begränsningen att ingen short-selling får ske upphör och tillgångar kan av den orsaken uppta en negativ post i portföljen. Framställandet av resultaten togs fram på samma sätt som tidigare i rapporten genom optimering av resultaten utav de tillgångar som fanns tillgängliga.

Tabell 5b: Robusthetstest

	Optimering	Max 25%	Short
<i>Vanlig portfölj</i>			
Genomsnittlig avkastning	8,08%	7,48%	15,61%
Genomsnittligt std.av	4,40%	4,30%	3,39%
Genomsnittlig Sharpe ratio	1,499	1,362	4,129
<i>Bitcoin-portfölj</i>			
Genomsnittlig avkastning	20,65%	20,60%	24,06%
Genomsnittligt std.av	4,25%	4,40%	4,19%
Genomsnittlig Sharpe ratio	4,069	3,851	4,963
<i>Galaxy-portfölj</i>			
Genomsnittlig avkastning	19,44%	20,32%	23,29%
Genomsnittligt std.av	4,22%	4,55%	4,15%
Genomsnittlig Sharpe ratio	3,969	3,733	4,854

Här syns en förbättring av samtliga portföljers Sharpe Ratio där portföljen utan kryptovalutor har ökat i högst grad från 1,499 i den optimerade portföljen till nu 4,129. Dock presterar både portföljen med Bitcoin och Galaxy bättre vad gäller Sharpe Ratio och får i short-sellingportföljen värden på 4,963 respektive 4,854.

6.3 SCENARIO 3: LIKAVIKTAD PORTFÖLJ

Avslutningsvis har tre portföljer skapats där varje tillgång upptar lika stor vikt utav portföljen, likaviktad portfölj (equally-weighted portfolios).

Tabell 5c: Robusthetstest

	Optimering	Max 25%	Short	Equally
Vanlig portfölj				
Genomsnittlig avkastning	8,08%	7,48%	15,61%	4,89%
Genomsnittligt std.av	4,40%	4,30%	3,39%	4,41%
Genomsnittlig Sharpe ratio	1,499	1,362	4,129	0,655
Bitcoin-portfölj				
Genomsnittlig avkastning	20,65%	20,60%	24,06%	16,54%
Genomsnittligt std.av	4,25%	4,40%	4,19%	7,91%
Genomsnittlig Sharpe ratio	4,069	3,851	4,963	1,839
Galaxy-portfölj				
Genomsnittlig avkastning	19,44%	20,32%	23,29%	15,53%
Genomsnittligt std.av	4,22%	4,55%	4,15%	8,50%
Genomsnittlig Sharpe ratio	3,969	3,733	4,854	1,591

Här syns en nedgång av genomsnittlig Sharpe Ratio i samtliga portföljer där portföljen utan kryptovalutor ligger på 0,655. Bitcoin och Galaxy har minskat till 1,839 och 1,591 respektive. Dock innebär en investering inkluderat med Bitcoin ännu en gång den mest fördelaktiga investeringen. Galaxy överpresterar portföljen utan kryptovalutor återigen, men anses inte mer gynnsam än investering i Bitcoin-portföljen.

Tabell 6: Allokering av vikt i robusthetstest

	Vikt i Bitcoin	Vikt i Galaxy
Optimerings-scenariot	2,19%	2,26%
Max 25% i enskild tillgång	2,60%	2,85%
Short-selling tillåtet	1,99%	1,86%
Equally-weighted	8,33%	8,33%

Allokeringen av Bitcoin och Galaxy Index är snarlika varandra i samtliga scenarion. Vid optimerings-scenariot fick Bitcoin en medelvikt på 2,19%, i relation uppgick vikten av Galaxy Index till 2,26%. När begränsningen max 25% i enskild tillgång av portföljens sammanlagda konstruktion tillkom ökade dessa medelvikter en aning till 2,60% för Bitcoin och 2,85% för Galaxy. För scenariot att short-selling är tillåtet så minskade vikterna en aning till 1,99% respektive 1,86%.

7. SLUTSATS

Efter applicering av beskrivna metoder följt av analysering av resultat kan slutsatser dras kring rapportens frågeställningar. Kryptovalutors potentiella betydelse för framtida portföljer är tydlig i och med kryptovalutors starka resultat i studien. Detta beskrivs i form av besvarande på rapportens problemformuleringar. Kapitlet innehåller även återkoppling till tidigare formulerade hypoteser samt rekommendation till framtida forskning.

7.1 SVAR PÅ PROBLEMFÖRMULERINGAR

Hur korrelerar “Bloomberg Galaxy Crypto Index” med marknaden och vilka diversifieringsmöjligheter kan indexet erbjuda?

Korrelationsmatrisen i kap 5.2 ger en tydlig bild kring sambanden mellan diverse tillgångar. Den slutgiltiga bedömningen blir att kryptovaluta-indexet Galaxy får ses som väldigt svagt korrelerad alternativt okorrelerad med de traditionella tillgångarna. Detta beroende på hur man vill bedöma den mycket låga korrelationen i jämförelse med övriga tillgångars korrelationer. Oavsett bedömning är det tydligt att indexet har goda möjligheter att diversifiera en investeringsportfölj och på så sätt minska de relaterade riskerna. Framtagna korrelationsvärden för Bitcoin och Galaxy är överlag lika varandra och de kan därmed uppfylla liknande diversifieringsfunktioner. I den simulerade datan får både Bitcoin och Galaxy-portföljerna fantastiska resultat och ger högre nytta än den “vanliga portföljen”. Noterbart är att standardavvikelsen faktiskt är lägre för dessa portföljer vilket också är styrkande argument kring kryptovalutornas förmåga att diversifiera en portfölj.

Kan en inkludering av kryptovalutor i investeringsportföljen ge ökad förväntad avkastning i förhållande till risk?

Ser man både till historisk och simulerad data för rapporten är resultaten tydliga, en inkludering av kryptovalutor kan ge ökad förväntad avkastning i förhållande till risk. Även robusthetstesten visar detta då alla konstruerade test gav resultatet att portföljerna med kryptovalutor inkluderat innebar högre nytta för investeraren än de utan. Följande tabell ger en tydlig bild av detta.

Tabell 7: Sammanfattande tabell alla scenarion

	<i>Vanlig portfölj</i>	<i>Bitcoin-portfölj</i>	<i>Galaxy-portfölj</i>
Optimerings-scenarion			
<i>Sharpe ratio</i>	1,50	4,07	3,97
<i>utan de 5 bästa & sämsta åren</i>		3,754	3,693
<i>Allokering i kryptovalutor</i>	0%	2,19%	2,26%
<i>utan de 5 bästa & sämsta åren</i>		2,24%	2,06%
Max 25% i enskild tillgång			
<i>Sharpe ratio</i>	1,36	3,85	3,73
<i>Allokering i kryptovalutor</i>	0%	2,60%	2,85%
Short-selling tillåtet			
<i>Sharpe ratio</i>	4,13	4,96	4,85
<i>Allokering i kryptovalutor</i>	0%	1,99%	1,86%
Equally-weighted			
<i>Sharpe ratio</i>	0,66	1,84	1,59
<i>Allokering i kryptovalutor</i>	0%	8,33%	8,33%

Sammanfattningsvis är det inga stora förändringar som sker mellan olika scenarion och optimeringar. Genomsnittlig Sharpe Ratio var alltid högst för Bitcoin-portföljerna, följt av Galaxy-portföljerna. Dessutom var den procentuella allokeringen i kryptovalutor genomgående omkring 2%, vilket ger en större övertygelse om att allokering kring dessa procentsatser kan generera en effektivare investeringsportfölj. De likaviktade portföljerna (equally-weighted portfolios) hade självklart en högre allokering på 8,33%, men även i detta scenarion blev utfallet detsamma där Bitcoin-portföljerna presterade bäst, följt av Galaxy-portföljerna.

En slutsats som kan dras vid jämförelse av diagrammen i figurerna 2a-c är att många av portföljerna i de olika typerna blir relativt lika varandra, med några enstaka procent högre avkastning för portföljerna med kryptovalutor. Noterbart är dock att dessa portföljer samtidigt har möjlighet att få till ett riktigt lyckosamt år, vilket skiljer sig från de vanliga portföljerna.

Trots kryptovalutornas fina resultat finns det fortfarande flera saker att ta i beaktning. I kapitel tre lyftes flera utomstående risker fram. Bland annat är staters rädsla att förlora makt, eventuella förbud, hacker-risk och kryptovalutornas funktionella förmåga risker som är svåra att inkludera i en databaserad rapport. Samtidigt kan man referera till "The Efficient Market Hypothesis" som säger att riskerna redan är reflekterade i priset. Det blir i slutändan en ganska individuell bedömning kring vad man väljer att lyssna och tro på. Rapportens databaserade bedömning blir dock att en inkludering av kryptovalutor i en investeringsportfölj är gynnsam och ger högre nytta än en portfölj utan kryptovalutor.

7.2 ÅTERKOPPLING TILL HYPOTESER

1. En inkludering av kryptovalutor i portföljen leder till ökad förväntad avkastning i förhållande till risk.
2. En inkludering av Bloomberg Galaxy Crypto Index kommer ge ett bättre resultat än att endast inkludera Bitcoin och erbjuda diversifieringsmöjligheter till portföljen genom dess låga korrelation med övriga tillgångar.

Studiens hypoteser var baserade på tidigare forskning. Det visade sig att hypotes ett var sann medan nummer två endast erbjuder en större diversifieringsmöjlighet och inte ger ett bättre resultat än att endast inkludera Bitcoin. Den första hypotesen besvarades ganska tydligt genom en mer än dubbelt så hög genomsnittlig avkastning i portföljerna med kryptovalutor jämfört med den traditionella portföljen utan kryptovalutor inkluderade. Detta till ungefär samma standardavvikelse. Den andra hypotesen var svårare, det fanns mindre historiska studier att basera hypotesen på och det närmaste var en rapport kring ett annat krypto-index, CRIX. Där benämndes CRIX möjligheter att diversifiera och minska risken kring en investering i kryptovalutor. Förhoppningen var att ett liknande resultat kunde uppnås med Bloomberg Galaxy Crypto Index, men nu också som en del av en traditionell portfölj. Hypotesen grundade sig på att krypto-indexet skulle ha en lägre volatilitet än Bitcoin, vilket inte visade sig vara fallet. Hypotesen får ses som motbevisad eftersom det inte var någon större skillnad på de simulerade Bitcoin-portföljerna och Galaxy-portföljerna. Portföljerna med endast Bitcoin som kryptovaluta visade sig till och med prestera bättre i alla scenarion. Detta resultat kan definitivt bli annorlunda i framtida studier då marknaden för kryptovalutor mognat än mer och tillgänglig historisk data sträcker sig över en längre period. Den ökade diversifieringsmöjligheten bevisades med korrelationsmatrisen.

7.3 REKOMMENDATION TILL FRAMTIDA FORSKNING

Som investerare inom kryptovalutor finns flertalet osäkerheter kring huruvida det kommer övergå till en framtida valuta eller om regleringar kommer sätta stopp för denna finansiella tillgång. På grund av denna osäkerhet skulle en djupdykning om hur just regleringar påverkar värdet hos kryptovalutor vara intressant. För att förstärka den slutsats som framställs i denna rapport om att kryptovalutor skapar mer fördelaktiga investeringsalternativ så behövs bredare kunskap vid förändringar i omvärlden och forskning inom detta område skulle då komma till nytta.

Utöver detta visar denna rapport på stora möjligheter till portföljdiversifiering för både Bitcoin och Galaxy Index. Dessa skulle kunna sättas på sin spets om framtida undersökningar jämfördes mot den data som finns tillgänglig efter att Covid-19 krisen är över. Under 2020 skapades stor orolighet framförallt inom finansmarknaden och tillgångar som genererar avkastning i oroliga tider kan anses besitta både safe haven och hedging-egenskaper. Att jämföra kryptovalutors värdeförändringar med traditionella tillgångar före, under och efter denna krisperiod hade varit väldigt intressant för en framtida forskning.

LITTERATUR

Ahnhem, K., Lindberg, L. (2017) Should Bitcoin Be Considered a Complementary Asset in a Long-Term Investment Portfolio? Hämtad från:

<http://lup.lub.lu.se/luur/downloadfunc=downloadFile&recordOId=8912289&fileOId=8912294>

Antonovici, A. (2019) Will Bitcoin Become Less Volatile with Greater Adoption? Hämtad 2020-04-06 från: <https://bitcoinist.com/will-bitcoin-become-less-volatile-with-greater-adoption/>

Atici, G. (2019) Bitcoin and Blockchain: A Threat or Opportunity for the Financial System. *European Journal of Economics and Business studies*, Vol. 4, Issue 3 Hämtad från: <https://ssrn.com/abstract=3311466>

Baur, D., Dimpfl, T. (2017) Excess Volatility as an Impediment for a Digital Currency. *SSRN Electronic Journal*, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2949754>

Baur, D., & Mcdermott, T. K. (2010) Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking and Finance*, 34(8), p. 1886-1898. Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>

Bloomberg (2020) Bloomberg Galaxy Crypto Index, fact sheet, Hämtad 2020-05-13 från: <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/10/BGCI-Factsheet-04-27-20.pdf>

Bouri et al. (2017) On the Hedge and Safe Haven Properties of Bitcoin: Is it Really More than a Diversifier? *Finance Research Letters*. Vol 20, p. 192-198 Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>

Brauneis, A., Mestel R. (2019) Cryptocurrency-portfolios in a mean-variance framework. *Finance Research Letters*. Vol. 28 p.259-264 Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.05.008>

Burghelea, C. (2008) Global financial integration, inflation, and market economies, *Official Journal of the Contemporary Science Association New York*, Vol 3, (4), Denbridge PressNew York, p .153-160.

Chronopoulos, M., Reyck, B. D., Siddiqui, A. (2011) Optimal Investment under Operational Flexibility, Risk Aversion, and Uncertainty. *European Journal of Operational Research*, Vol 213.1, p. 221-37 Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.03.007>

Ciaian, P., Rajcaniova, M., Kancs, D. (2016) The Economics of BitCoin Price Formation. *Applied Economics*, Vol 48 (19) p, 1799-1815 Hämtad från: <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>

Coinmarketcap (2020) Main page. Hämtad 2020-03-29 från: <https://coinmarketcap.com/>

Coinmarketcap (2020), Bitcoin info page. Hämtad 2020-03-29 från: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>

Conover et al. (2007). Can Precious Metals Make Your Portfolio Shine? *The Journal of Investing* **18**(1). 75-86 Hämtad från: <https://doi.org/10.3905/JOI.2009.18.1.075>

Cryptonews (2020) Countries Where Bitcoin Is Banned or Legal In 2020. Hämtad 2020-04-03 från: <https://cryptonews.com/guides/countries-in-which-bitcoin-is-banned-or-legal.htm>

Damodaran, A. (2008) What is the Riskfree Rate? A Search for the Basic Building Block, *SSRN Electronic Journal* Hämtad 2020-04-02 från: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1317436>

Dyhrberg, A. H. (2016) (a). Bitcoin, Gold and the Dollar - A GARCH Volatility Analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.

Dyhrberg, A. H. (2016) (b). Hedging Capabilities of Bitcoin. Is it the Virtual Gold? *Finance Research Letters*, 16, 139-144.

Feng Wenjun, Wang Yiming, Zhan Zhenjun (2018) Can cryptocurrencies be a safe haven: a tail risk perspective analysis. *Journal of Applied Economics*. Vol.50, Issue 44. Hämtad från: <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1080/00036846.2018.1466993>

Fernandes, N. Campa, J. M. (2003) Sources of gains from international portfolio diversification. Hämtad från: https://dea.uib.es/digitalAssets/123/123240_full_adr_ind_nations8.pdf

Gorton, G. (2018): Annual Review of Financial Economics. Hämtad från: <https://www-annualreviews-org.ezproxy.ub.gu.se/doi/10.1146/annurev-financial-110217-022552>

Harry Markowitz (1952) Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7, (1), p. 77-91

Hassan Z. Al Garni, Anjali Awasthi (2020) A Monte Carlo approach applied to sensitivity analysis of criteria impacts on solar PV site selection. *Handbook of Probabilistic Models*, 20, p. 489-504. Hämtad från:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128165140000205>

Hernvall, S. Härnestav, K. O. (2018) Does Bitcoin Make Swedes Sharp(e)? Hämtad från:

https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/57035/1/gupea_2077_57035_1.pdf?fbclid=IwAR2hC4dYXNL9QS4l-9uYNGdzw1yFGXNMeHNbqLmhBHKbj0QdFCqxpHpNs0Q

Investopedia (2020) How to Calculate Expected Portfolio Return. Hämtad 2020-04-27 från:

<https://www.investopedia.com/ask/answers/061215/how-can-i-calculate-expected-return-my-portfolio.asp>

Kahneman, D. Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, Vol 47, (2), p. 263-291.

Klabbers, S. (2017) Bitcoin as an investment asset: The added value of bitcoin in a global market portfolio. Hämtad från:

https://theses.uibn.ru.nl/bitstream/handle/123456789/4434/MTHEC_RU_Sjoerd_Klabbers_s4384458.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR0hspOqAPaPhAlqKfbYa_-yVIRfFcr3rxnMRyzQRvSiL_CzX6DqIoNm-Bk

Klein, T., Thu Hien Pham, Walther, T. (2018) Bitcoin is not the New Gold – A Comparison of Volatility, Correlation, and Portfolio Performance. *International Review of Financial Analysis*, Vol 59, pp. 105-116. Hämtad från: <https://ssrn.com/abstract=3146845>

Kushal, A. (2019) The Monte Carlo Simulation: Understanding the Basics. Hämtad 2020-04-20 från: <https://www.investopedia.com/articles/investing/112514/monte-carlo-simulation-basics.asp>

LEE, David Kuo Chuen; GUO, Li; and WANG, Yu. (2018) Cryptocurrency: A new investment opportunity? *Journal of Alternative Investments*. 20, (3), 16-40. Research Collection Lee Kong Chian School Of Business. Hämtad från:

https://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research/5784

Milutinović, M. (2018) CRYPTOCURRENCY. *Ekonomika*, Vol 64.1: 105-22. Hämtad från:
Doi: 10.5937/ekonomika1801105M

Mishkin, F. (2009). The economics of Money, Banking and Financial Markets: Global
edition. 9th edition, Pearson education Ch. 3

Rogojanu, A., and Badea, L. (2014) The Issue of Competing Currencies. Case Study -
Bitcoin. *Theoretical and Applied Economics* Vol 11, p. 103-114 Hämtad från:
https://www.researchgate.net/publication/285087337_The_issue_of_competing_currencies_case_study_-_Bitcoin

SCB 2020. Hushållens finansiella ställningsvärden, 2018:4–2019:4, Hämtad 2020-04-12 från:
<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/finansmarknad/finansrakenskaper/sparbarometern/pong/tabell-och-diagram/hushallens-finansiella-stallningsvarder-2018420194/>

Schmidt, A. B. (2004) Quantitative Finance for Physicists: An Introduction *Academic Press
Advanced Finance* p.12-14 Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/B978-012088464-3.50002-0>

Schuster, M., and Auer B. R. (2012) A Note on Empirical Sharpe Ratio Dynamics.
Economics Letters Vol. 116.1 p. 124-28. Hämtad från:
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.02.005>

Segendorf, B. (2014) What is Bitcoin? *Sveriges Riksbank Economic Review*. Vol 2, p 71
Hämtad från:
http://archive.riksbank.se/Documents/Rapporter/POV/2014/2014_2/rap_pov_artikel_4_1400918_eng.pdf

Sharpe, W. F. (1966) The Sharpe Ratio. Reprinted from *The Journal of Portfolio
Management* Hämtad från: <http://web.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/SR.htm#Sharpe66>

Silvennoinen, A., Thorp, S. (2013) Financialization, crisis and commodity correlation
dynamics, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 24, p. 42-65.
Hämtad från: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2012.11.007>

Smith, N. (2016) Seeing Economic Patterns That Don't Exist. Hämtad 2020-03-30 från:
<https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2016-03-02/we-get-fooled-by-economic-patterns-that-don-t-exist>

Statman, M., Klimek, G. (2002) How Much Diversification is Enough? *SSRN Electronic journal*. Hämtad från:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.365241>

Taylor, R. (1990). Interpretation of the correlation coefficient: A basic review, *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, Vol 6, p. 35-39 Hämtad från:
<https://doi.org/10.1177/875647939000600106>

Yermack, D. (2013) Is Bitcoin a Real Currency? An economic appraisal. *The National Bureau of Economic Research*. Working paper, No. 19747 Hämtad från:
<https://www.nber.org/papers/w19747>

APPENDIX

Appendix 1: Bitcoin prisutveckling



Skärmbild från Bitcoin's värdeutveckling från Coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/ hämtad 05/05-20

Appendix 2: Kovariansmatris historisk data

x	OMX	SPX	Guld	5 år obl.	10 år obl.	råvaror	dollar	yen	europa	förnyelsebar	fastighet	bitcoin	galaxy
OMX	0,019047	0,0090136	-0,00252	0,012924073	0,01111205	0,003348204	0,00094717	0,0027044	0,0134651	0,0076215	0,00016191	0,0035523	0,0080987
SPX	0,009014	0,0191646	-0,00215	0,018012405	0,0155876	0,004207851	-3,6433E-05	0,0035015	0,0082024	0,0145775	0,00019623	0,0027243	0,0061098
Guld	-0,002524	-0,0021474	0,01116	-0,01732401	-0,0145744	0,002228381	-0,00317264	-0,003746	-0,001858	0,000568	-0,0003095	0,0019361	0,002241
5 år obl	0,012924	0,0180124	-0,01732	0,098248024	0,0845746	0,004706053	0,00284429	0,0113585	0,0101768	0,010821	2,3886E-05	-0,0003914	0,0072686
10 år obl	0,011112	0,0155876	-0,01457	0,084574597	0,0789965	0,004077098	0,00203603	0,0097486	0,0082197	0,0093683	8,0931E-05	0,0024061	0,0091532
råvaror	0,003348	0,0042079	0,00223	0,004706053	0,0040771	0,011524355	-0,001193	0,0002092	0,0032668	0,0047888	-2,185E-05	0,0003249	0,0054667
dollar	0,000947	-3,643E-05	-0,00317	0,002844295	0,00203603	-0,001192996	0,00292767	0,0015839	0,0007841	-0,0013083	8,3621E-05	0,0007119	1,894E-05
yen	0,002704	0,0035015	-0,00375	0,011358536	0,0097486	0,000209203	0,00158388	0,0038304	0,002375	0,0016948	7,9751E-05	-0,0009955	-0,000625
europa	0,013465	0,0082024	-0,00186	0,010176771	0,00821974	0,003266844	0,00078406	0,002375	0,0129144	0,0073051	0,00015539	0,001935	0,0048314
förnyelsebar	0,007622	0,0145775	0,00057	0,01082095	0,00936827	0,004788807	-0,00130832	0,0016948	0,0073051	0,0243733	0,00019447	0,0014804	0,0096501
fastighet	0,000162	0,0001962	-0,00031	2,38863E-05	8,0931E-05	-2,18502E-05	8,3621E-05	7,975E-05	0,0001554	0,0001945	0,00052924	-0,0007958	-0,000651
bitcoin	0,003552	0,0027243	0,00194	-0,00039138	0,00240605	0,000324908	0,00071189	-0,000996	0,001935	0,0014804	-0,0007958	0,6452125	0,5315971
galaxy	0,008099	0,0061098	0,00224	0,007268569	0,00915317	0,00546665	1,8945E-05	-0,000625	0,0048314	0,0096501	-0,0006515	0,5315971	0,7415577

Appendix 3: Tillfällen då 0% investerades i tillgångar (Av 100 portföljer)

Antal 0:or	Vanlig optimering	Bitcoin optimering	Galaxy optimering
OMX	44	79	79
SPX	28	57	56
Guld	18	31	32
5 år obl.	11	70	70
10 år obl.	11	54	54
Råvaror	19	81	81
Dollar	10	28	27
Yen	15	63	62
Europa akt.	20	73	74
Förn. energi	11	42	44
Fastigheter	8	46	50
Bitcoin	-	18	-
Galaxy	-	-	34

Appendix 4: Simulerad årlig avkastning

1	OMX	SPX	Guld	5 år bond	10 år	råvaror	dollar	yen	europa	förnyelsebar	fastighet	bitcoin	galaxy
2	0,20515	0,02670	-0,11566	0,00047	0,04446	0,12141	0,01487	-0,01612	0,00597	0,21478	-0,02010	1,92849	4,71814
3	-0,08073	0,15204	0,15558	0,03232	-0,06588	0,21686	0,04221	-0,08632	0,14282	0,15334	0,03091	0,33848	0,52244
4	0,02401	0,28733	0,07521	-0,03806	0,04171	0,07668	0,07937	0,00193	0,17064	0,07270	0,01112	-0,86796	1,72734
5	0,06968	0,13744	0,12830	0,00821	0,01952	0,04001	0,09004	-0,00103	0,02115	0,18215	0,01743	1,55337	-0,72014
6	-0,01705	-0,07454	0,13106	-0,06169	0,02812	-0,04724	0,00653	-0,04025	0,09878	-0,03014	0,01225	4,96222	1,57350
7	0,05595	0,23267	0,03330	0,02672	0,01333	0,03680	0,04511	0,01972	0,13208	0,29930	0,05245	1,63210	-0,39275
8	-0,21387	0,04537	0,01263	0,00374	-0,00004	0,07934	0,06086	0,03771	0,02496	-0,05860	0,01553	1,76443	-0,35499
9	0,35241	0,20438	0,08228	-0,03633	-0,04152	-0,11614	0,07642	-0,10171	-0,07470	0,39267	0,00107	1,63060	-0,53760
10	0,01112	0,22927	0,13231	0,04755	0,09981	-0,10963	0,00326	-0,04738	-0,06389	0,09554	-0,11108	0,99263	2,64117
11	0,03510	0,10901	0,28677	-0,00791	-0,06044	-0,10695	0,11584	-0,00880	0,03267	0,13437	0,03750	2,49533	2,30632
12	0,12023	0,21784	0,11085	0,05097	-0,11045	0,13340	0,08797	0,05392	0,14011	0,21971	0,03673	2,14437	-0,09964
13	-0,07017	-0,25568	0,00508	-0,03193	0,04715	-0,04064	0,06233	-0,07229	0,07474	-0,11045	0,02988	0,09291	-0,23217
14	0,03238	0,11287	0,11598	0,00403	-0,01630	0,13780	-0,01350	-0,09124	0,09802	0,51139	-0,00553	0,31318	-0,05256
15	0,13600	0,08358	0,19752	-0,01276	0,01934	-0,14566	0,11494	0,09544	-0,08207	0,55553	0,00698	-0,44404	-0,23752
16	0,15011	0,19958	0,23116	0,02553	0,05075	-0,24952	0,01062	0,08828	0,23919	0,44205	0,00956	-0,36151	2,27296
17	0,00380	0,14243	0,11988	-0,00981	0,09454	0,06700	0,00376	0,11667	-0,13316	0,24761	0,05189	1,82575	1,06122
18	-0,00711	0,30943	0,04992	0,04547	0,07327	-0,05336	0,03530	-0,07215	0,05859	0,63013	-0,04911	0,96768	3,09865
19	-0,13890	0,02169	0,22176	0,08389	-0,00177	0,18485	0,03083	0,03014	0,10936	-0,04907	0,04240	-0,32596	2,09872
20	0,10816	0,08709	0,06496	-0,01319	-0,06308	-0,04644	0,03419	-0,05052	-0,09137	0,16029	-0,01712	-0,30201	2,96830
21	0,13142	-0,04771	0,24225	0,08201	-0,06198	-0,04620	-0,02624	-0,01628	-0,10780	-0,14454	0,06315	-0,24815	-0,32821
22	-0,03366	0,08217	0,30149	0,02871	0,06153	-0,01456	0,01879	0,07278	-0,12510	0,22035	0,00586	2,80848	-0,29487
23	-0,03730	0,15780	0,04839	-0,00498	0,09367	0,07870	-0,00863	0,02984	-0,05787	0,30307	-0,00297	-0,12975	4,17336
24	0,03123	0,15514	0,04904	0,05348	0,04190	-0,09694	0,08893	0,00677	-0,10652	0,15070	0,05634	1,89291	0,91328
25	0,35382	0,30999	0,35468	-0,02191	0,09766	-0,05324	-0,01552	0,02416	-0,14079	0,06561	0,02018	1,96909	-0,32658
26	0,25871	0,02862	0,01055	0,01522	0,08868	0,03234	-0,04895	0,02694	0,03637	0,17845	0,00894	0,18608	2,77282
27	0,09536	0,28261	0,07213	0,05122	0,14353	0,00822	0,02227	0,07615	0,06639	0,31166	0,05492	2,57482	9,81016
28	0,11579	0,09845	0,05666	-0,05423	0,18941	-0,20813	-0,03567	0,11986	0,12241	0,02100	0,05686	11,66439	2,09883
29	0,16810	0,12127	0,06090	0,05474	0,07378	-0,07226	0,03902	-0,05186	0,24113	0,19394	0,00694	1,73741	5,30461
30	0,09776	0,07720	0,16082	0,08127	0,03896	0,00129	0,02894	-0,13226	0,11280	0,28069	0,00286	3,95641	1,85030
31	0,05404	-0,05745	-0,06831	-0,04775	0,03751	-0,00261	0,08969	-0,02897	0,19454	0,03602	0,02562	0,49072	0,32843
32	0,08799	-0,13336	-0,06507	0,03368	0,01745	-0,12747	0,01225	0,03802	0,25499	0,21993	-0,02084	0,14536	4,96717
33	0,12218	0,36105	0,08471	-0,01797	0,04147	0,04895	0,07537	-0,07839	-0,08779	-0,08288	-0,01427	2,31115	-0,17466
34	0,12091	0,22292	0,14550	-0,03730	-0,01170	0,03227	0,10473	0,03940	0,08438	0,34948	0,00104	3,08903	-0,46799
35	0,08954	0,08915	-0,05233	-0,00721	0,14558	-0,08966	0,06551	0,05043	0,16837	-0,04297	0,02908	8,55943	2,20505
36	-0,14668	0,10471	-0,09219	-0,02698	0,03494	0,05116	0,02276	-0,08067	0,05934	0,41895	0,02524	5,47893	1,75957
37	-0,10865	-0,06847	0,21693	0,01266	-0,04739	0,04667	-0,00407	0,13353	-0,00898	-0,21658	-0,00731	4,51067	2,28112
38	0,06535	0,15787	-0,02553	0,01456	0,12477	0,13107	0,05046	0,01464	-0,05162	0,08440	0,05769	0,89788	0,15850
39	0,05092	0,51005	0,05640	0,00517	0,06844	0,18168	0,09445	0,12405	0,07451	0,11698	0,04657	-0,60170	0,25374
40	-0,14939	-0,00115	-0,00383	-0,01094	0,10950	0,18156	0,02706	0,04463	-0,05904	0,29878	0,01074	0,57873	1,69330
41	0,26337	0,20886	0,29691	0,02879	0,04214	-0,11124	0,04329	0,01455	-0,03145	0,39894	0,02822	1,69393	0,65565
42	0,12309	0,01663	0,15332	-0,01158	0,02828	0,02780	0,04016	-0,00661	-0,01551	0,06452	0,04433	0,12810	1,59958
43	-0,11770	-0,08852	0,02445	0,09738	0,04379	-0,14604	-0,03650	-0,02381	-0,02562	0,22439	0,02100	0,72698	2,08198
44	0,25628	0,03159	0,17732	0,01877	0,09064	-0,13312	0,02508	-0,11735	0,12725	0,30812	0,01990	0,98151	1,78474
45	0,02011	-0,03990	0,15818	0,04687	0,09153	-0,10702	0,00367	0,04024	0,30754	0,04970	0,02160	0,21704	0,67578
46	-0,08352	0,33829	-0,02184	0,01946	0,08701	-0,03550	-0,04221	0,05216	-0,13234	0,23585	-0,00357	2,06532	0,01578
47	-0,08517	0,10132	0,02258	-0,02787	0,00999	0,10373	0,04760	-0,01390	-0,17107	-0,00170	-0,02119	-0,55311	0,78803
48	-0,01868	0,27685	0,12304	0,02159	-0,03936	0,14627	-0,01707	0,02553	-0,02936	-0,03342	0,01525	6,96552	2,20521
49	0,27997	0,25814	0,12050	-0,03490	0,14560	-0,08704	-0,01756	0,11401	-0,04098	0,29267	0,04225	1,14839	-0,42429
50	-0,04846	0,45045	0,12467	-0,02505	-0,00557	-0,03777	0,12825	-0,05860	-0,00575	0,40044	-0,01032	1,62300	0,03758
51	-0,00260	0,09674	0,09335	0,01162	-0,02587	-0,10939	0,07165	0,07978	0,18291	0,02769	-0,00334	0,31987	-0,04731
52	0,16328	-0,06112	-0,07390	0,04084	-0,01441	-0,15954	0,04880	-0,07134	0,14917	0,15715	0,04278	0,48353	7,52428
53	0,03828	0,09447	0,21106	-0,00696	0,08236	-0,00558	-0,01271	0,02478	0,01649	-0,10160	0,04638	0,40491	10,98858
54	0,04917	0,00189	0,20640	0,02567	-0,04326	-0,01162	-0,00596	0,05357	-0,12354	0,00882	0,06632	5,07472	-0,27088
55	0,26116	0,12064	-0,00329	0,01369	0,11224	-0,04270	-0,01276	-0,02974	-0,09057	0,16824	-0,01644	0,33435	2,69174
56	0,03857	0,10128	-0,15095	0,00785	0,04886	0,00931	0,02621	-0,09170	-0,02414	0,06758	-0,00667	1,13534	0,71130
57	0,04092	0,33576	-0,07005	-0,03150	0,03596	-0,00781	0,05374	0,01218	0,06018	0,18308	-0,01112	2,05493	0,16889
58	-0,10408	-0,04804	0,19511	-0,03917	-0,03418	-0,02253	0,10131	-0,01103	0,13116	0,07346	0,01047	1,90764	0,45325
59	0,30300	-0,08973	0,01358	0,05090	-0,01396	-0,06789	0,03418	-0,00839	0,03201	0,78981	-0,01036	0,64355	-0,59007
60	0,07690	-0,15494	0,01726	0,03052	-0,05773	-0,13481	-0,03470	-0,03447	0,04089	-0,06020	0,03775	3,88200	2,61974
61	-0,19242	0,32784	-0,03454	0,01394	-0,02789	0,08416	0,03932	-0,06565	0,08641	0,62868	0,04089	0,21853	0,74354
62	0,13196	-0,11664	-0,07441	-0,07893	-0,07097	-0,08543	0,08866	-0,07527	0,02648	0,32703	0,02631	-0,38140	2,82312
63	0,16639	-0,04744	0,32575	0,03960	0,05931	-0,02531	0,00095	-0,06495	0,00407	-0,04270	0,03448	0,85564	0,27011
64	0,04493	-0,09460	0,09387	0,02254	0,00718	-0,10066	0,02593	0,02087	0,06830	0,21692	0,01774	0,33222	1,67338
65	0,26966	0,33384	0,20702	-0,00070	0,00907	-0,03222	0,02152	-0,03948	0,26916	0,05840	0,03035	0,01382	0,00102
66	-0,00024	0,33901	-0,06818	-0,00478	-0,10021	-0,10800	-0,03973	-0,03005	-0,02277	0,23556	0,03279	0,70758	0,86271
67	0,11427	0,10404	-0,02572	0,01790	0,03904	-0,05641	-0,01688	0,20005	0,17976	-0,03484	0,04439	0,58274	3,97390
68	-0,23022	0,22479	0,08142	0,00438	0,02656	0,26555	0,06276	0,01142	-0,01430	0,28522	0,01611	5,50491	0,22091
69	0,28554	-0,06493	0,11512	0,07726	0,02149	0,24571	0,09792	0,06873	0,02315	0,28800	0,03667	-0,34767	0,28977
70	-0,08175	-0,00071	-0,01621	-0,00390	-0,02839	0,02034	-0,01801	-0,04072	-0,09773	0,20739	0,03746	1,00891	-0,50261
71	0,33194	-0,24678	-0,07992	-0,01104	0,05802	0,17182	-0,03960	0,01534	0,14338	0,18968	-0,02994	-0,55281	3,78732
72	0,21502	-0,05102	0,15739	0,07759	-0,02130	-0,07686	0,02419	0,01833	-0,09497	0,21391	0,02466	-0,29444	-0,41036
73	0,08900	0,05794	0,02934	0,02419	-0,01747	0,17531	-0,01001	0,01499	0,25489	0,21173	0,00951	-0,60901	1,88711
74	0,10331	0,41472	0,19149	-0,01832	0,08072	0,0							

Appendix 5: Vanliga portföljer, investerad procent vid optimering på simulation

1	OMX	SPX	Guld	5 år	10 år	råvaror	dollar	yen	europa	förmöjelsebar	fastighet	summa
2	0,20890494	0	0	0	0,43175991	0,1381291	0,07164284	0	0	0,1495632	0	1
3	0	0,04478708	0,17492454	0,09847447	0	0,12664902	0,3026764	0	0,03488083	0,00161535	0,21599231	1
4	0	0,19404481	0,17329933	0,09847447	0	0,17367574	7,9097E-05	0,43072761	0	0,02811741	0	1
5	0	0,04579594	0,2823254	0	0	0	0,60065634	0	0	0,07122287	0	1
6	0	0	0,46453154	0	0	0	0,27506456	0	0,2604039	0	0	1
7	0	0,05595424	0,03724403	0,24291092	0	0	0,14912258	0	0,00266857	0,07224671	0,43985295	1
8	0	0,01335806	0,12915848	0	0	0,19939089	0,65809256	0	0	0	0	1
9	0,14393167	0	0,22520115	0	0	0	0,48213205	0	0	0,14873512	0	1
10	0	0,27823393	0,09198863	0	0,54007496	0	0	0,08970248	0	0	0	1
11	0	0,03849446	0,26270742	0	0	0	0,4523193	0	0	0,01710567	0,22937316	1
12	0	0,06053326	0,09646813	0,3150014	0	0,04165033	0,24127098	0,06483046	0,00454545	0,02046481	0,15523517	1
13	0,30682438	0,00371215	0	0,06214472	0,06356749	0,10919635	0,11071486	0,05788862	0,06004736	0,11438877	0,11115153	1
14	0,00010967	0	0,10059029	0,10489514	0,0794144	0,0862937	0,12049211	0,06109349	0,01882883	0,21143278	0,21684958	1
15	0,1164266	0,08934872	0,09834872	0,09840055	0,09084055	0,08636364	0,08636364	0,08636364	0,0865614	0,0865614	0,09098113	1
16	0	0,08525834	0,11158248	0,12341559	0,11550955	0,02103125	0,01106515	0,1141824	0,1126634	0,15218742	0,15310442	1
17	0	0,0970265	0,0970265	0,09027844	0,09027844	0,09281147	0,09281147	0,10719657	0,10719657	0,11268702	0,11268702	1
18	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	1
19	0	0,07949512	0,07949512	0,11226342	0,11226342	0,11226342	0,09842124	0,09842124	0,10324766	0,10324766	0,10088172	1
20	0,02381471	0,37772556	0,13455894	0,0266715	0,02173652	0,05580578	0,06001192	0,00454545	0,00454545	0,11448653	0,17609763	1
21	0,37214944	0,07286198	0,07648067	0,07744433	0,07209549	0,05543403	0,05591517	0,05613807	0	0	0,16148082	1
22	4,0015E-07	0,07359728	0,08718304	0,13970864	0,13797182	0,01093308	0,01008276	0,01010179	0,00817436	0,26077395	0,26147288	1
23	0	0,10102629	0,10102629	0,09087238	0,09087238	0,09564884	0,09564884	0,09298909	0,09298909	0,1194634	0,1194634	1
24	0	0,12395413	0,1541263	0,1183696	0,16770376	0,01133686	0,08691187	0,14465592	0	0	0,19947419	1
25	0,14740961	0,13622337	0,24357684	0,18829799	0,11029906	0	0	0,08138435	0,02744987	0	0,06535891	1
26	0,23825316	0,00113782	0	0,25841953	0,27561018	0,00454545	0	0,02277494	0	0,0830762	0,11622273	1
27	0	0,11240301	0,11240301	0,10960194	0,10960194	0,06064735	0,06064735	0,10262778	0,10262778	0,11471991	0,11471991	1
28	0,28369942	0,10673492	0,10729012	0,07220749	0,07397042	0,00454545	0	0	0,11936668	0,11936668	0,11281882	1
29	0,16530724	0,078933	0,08927522	0,14106881	0,14788598	0,01651112	0,00130033	0,04645099	0,05167173	0,13104492	0,13055066	1
30	0,03046364	0	0,00015812	0,25407095	0,25275792	0	0	2,6318E-05	2,2036E-05	0,23084588	0,23165513	1
31	0,33229813	0	0	0	0,02110274	0,08481281	0,10378633	0,0676957	0,0835157	0,16434878	0,14243981	1
32	0,02622467	0	0	0,12314973	0,13278721	0,00055747	1,7845E-06	0,12630725	0,14102263	0,23171607	0,21823318	1
33	0,08834346	0,09441659	0,0947826	0,09111243	0,09095415	0,09136983	0,09150448	0,09027021	0,08929634	0,08869868	0,08925122	1
34	0	0,06008994	0,20483755	0,07742098	0,02701777	0	0,03303545	0,1308726	0,07566468	0,18872666	0,20233438	1
35	0,08754731	0,09549975	0,09549975	0,09039729	0,09039729	0,08352653	0,08759905	0,09717411	0,09717411	0,08867747	0,08650735	1
36	0	0	0	0	0,31038375	0,1416853	0,12311221	0,10441048	0	0,12172083	0,19868743	1
37	0,08693753	0,09058286	0,0905831	0,0911914	0,09119111	0,09322976	0,09322981	0,09523447	0,09523452	0,08629272	0,08629272	1
38	0,00919759	0,12215724	0,07197174	0,11273232	0,18635398	0,17938705	0,1620907	0,08115177	0,00094303	0	0,07401458	1
39	0	0,10980357	0,11675081	0,09691586	0,09691586	0,09114447	0,10290656	0,09014319	0,09014319	0,10263824	0,10263824	1
40	0	0,08524536	0,08524536	0,09000338	0,09000338	0,0825042	0,0825042	0,0825042	0,0825042	0,0825042	0,0825042	1
41	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	0,09090909	1
42	0,58407024	0	0	0,05030804	0,064281	0,09015175	0,1146484	0,0303966	0	0	0,06614397	1
43	0	0	0,1020935	0,12233047	0,12819481	0,08488711	0,06756871	0,09062366	0,08657725	0,15335764	0,16436685	1
44	0,23668066	0	0,06200847	0,14602453	0,14376523	0,01597482	0,00239918	0,00383136	0	0,17622325	0,21309251	1
45	0,11161661	0,08529493	0,08529493	0,09340308	0,09340308	0,08412617	0,08412617	0,09203493	0,09203493	0,08933259	0,08933259	1
46	0	0,11812785	0,11812785	0,09291845	0,09291845	0,08560562	0,08560562	0,09502881	0,09502881	0,10831927	0,10831927	1
47	0	0,11664648	0,11664648	0,08578589	0,08578589	0,11283378	0,11283378	0,09671511	0,08444501	0,09170937	0,09659757	1
48	0	0,09068406	0,10558018	0,10178743	0,09709782	0,01105144	0,1017308	0,11833648	0,07459269	0,09398185	0,11505455	1
49	0,19133027	0,12117742	0,14068338	0,10543523	0,12933266	0,11633399	0	0,09865543	0	0	0,0970516	1
50	0	0,1340451	0,1340451	0,08853846	0,08853846	0,07405988	0,07405988	0,07869985	0,07869985	0,12465671	0,12465671	1
51	0,09188115	0,09399199	0,09399199	0,09175665	0,09175665	0,08296699	0,08296699	0,09520545	0,09520545	0,09050203	0,08977467	1
52	0,16863876	0	0	0,1773179	0,18707877	0	0	0	0	0,23302086	0,23394371	1
53	0,09708552	0,09274578	0,09274578	0,09075405	0,09075405	0,0901068	0,0901068	0,09149489	0,09149489	0,08635573	0,08635573	1
54	0,07830586	0,09093165	0,09093165	0,09310653	0,09310653	0,08984471	0,08984471	0,09545455	0,09545455	0,09150963	0,09150963	1
55	0,08540801	0,09365577	0,09365577	0,091636	0,091636	0,08779254	0,08779254	0,08920715	0,08920715	0,09545455	0,09545455	1
56	0,07759597	0,09545455	0,09545455	0,09108158	0,09108158	0,09190739	0,09190739	0,08823664	0,08823664	0,09452186	0,09452186	1
57	0	0,13444699	0,13444699	0,08629646	0,08629646	0,08203826	0,08203826	0,09051826	0,09051826	0,10670003	0,10670003	1
58	0,10014366	0,0870947	0,0870947	0,08822614	0,08822614	0,08909203	0,08909203	0,09006076	0,09006076	0,09545455	0,09545455	1
59	0,08976889	0	0	0,13096488	0,13463596	0,00172399	0,00454545	0,06042404	0	0,28109106	0,29684573	1
60	0,33498577	0,11802442	0	0,04923178	0	0	0	0	0,20930343	0,20829033	0,08016427	1
61	0	0	0	0,12552728	0,13397846	0,03703093	0,05244166	0,03551976	0,02143581	0,29512069	0,29898899	1
62	0,0353821	0	0	0	0	0	0,03567759	0,03724793	0	0,44152871	0,45016366	1
63	0,11706483	0,08630163	0,08630163	0,0928437	0,09286669	0,08850372	0,08848653	0,08749838	0,08748619	0,08630293	0,08632376	1
64	0,00251687	0	0,10571169	0,35531062	0,00454545	0	0,04781824	0,07290783	0,03520676	0,1691266	0,2068559	1
65	0,10379579	0,09472186	0,09472186	0,09121213	0,09121213	0,08702145	0,08702145	0,08880151	0,08880151	0,08634515	0,08634515	1
66	0	0,17028415	0,17028415	0,08981834	0,08981834	0,06503863	0,06503863	0,08369286	0,08369286	0,08369286	0,09863916	1
67	0,08998604	0,09163395	0,09163395	0,09153246	0,09153246	0,08937355	0,08937355	0,09452481	0,09452481	0,08801412	0,08780729	1
68	0	0,10150763	0,10150763	0,09191716	0,09191716	0,11030422	0,11030422	0,09015362	0,09015362	0,10611738	0,10611738	1
69	0,06454658	0	0,0595008	0,14859594	0,13901064	0,15019973	0,16851764	0,14211343	0,00119147	0,00390797	0,12241592	1
70	0	0,09249517	0,09249517	0,09165904	0,09042353	0,0981641	0,09897748	0,08781571	0,08198099	0,12466145	0,13392261	1
71	0,12672177	0	0	0,08683549	0,0880272	0,13736749	0,13607716	0,08724581	0,0877923	0,12460252	0,12533025	1
72	0,06240369	0	0	0,15817418	0,15758092	0	0	0,09684908	0,09537135	0,21430696	0,21531383	1
73	0	0,06467101	0,10762304	0,10511335	0,13415133	0,13345028	0,08805616	0,11082961	0,13656231	0,11954291	0,11954291	1
74	0,09282292	0,09543157	0,09543157	0,09076368	0,09076316	0,08891314	0,0889209	0,09009944	0,09008893	0,08838009	0,0883846	1
75	0,02249194	0	0	0,11067121	0,1157018	0,05893513	0,05712096	0	0	0,31399885	0,32107911	1
76	0	0	0,43685275	0,10679565	0,020341	0,02124067	0,05313809</					

Appendix 6: Bitcoin-portföljer, investerad procent vid optimering på simulation

1	OMX	SPX	Guld	5 år	10 år	råvaror	dollar	yen	europa	förnyelsebar	fastighet	bitcoin	summa
2	0,18671759	0	0	0	0,41582768	0,13185896	0,0556097	0	0	0,14080208	0	0,06918399	1
3	0	0,04393387	0,17235825	0,09954175	0	0,12622959	0,29867132	0	0,03437553	0,00174207	0,2196929	0,00345472	1
4	0	0,19409737	0,17343475	0	0,17325842	0	0,43108765	0	0,0281218	0	0	0	1
5	0	0,04019361	0,27186498	0	0	0	0,58276819	0	0	0,07211035	0,00886006	0,02420281	1
6	0	0	0,37274783	0	0	0	0,11897262	0	0,21955176	0	0,02280886	0,26591794	1
7	0	0,05105935	0,02778389	0,24373799	0	0	0,13157044	0	0,00116386	0,07095199	0,45441833	0,01931416	1
8	0	0	0,09719687	0	0	0,20582542	0,61212989	0	0	0	0	0,08484782	1
9	0,13957848	0	0,21629153	0	0	0	0,46894787	0	0	0,14903051	0	0,02615161	1
10	0	0,27525319	0,0799039	0	0,5497905	0	0,07253137	0	0	0	0	0,02252103	1
11	0	0,03356977	0,25027836	0	0	0	0,4302735	0	0	0,01737316	0,25057304	0,01793217	1
12	0	0,05151655	0,0823371	0,33654977	0	0,0401661	0,20749794	0,08195507	0	0,01988425	0,16389887	0,01619436	1
13	0	0	0,03525028	0	0,20771634	0	0,32564281	0	0,09567909	0	0,33348686	0,00222462	1
14	0	0	0,24643592	0	0	0,02030962	0,21190119	0	0	0,51199631	0	0,00935696	1
15	0	0	0,26248071	0	0	0	0,48233469	0,11163465	0	0,14354996	0	0	1
16	0	0	0,24152209	0	0,16021029	0	0,11187912	0,33089726	0,05510529	0,10038596	0	0	1
17	0	0	0,09023259	0	0,23785531	0	0	0,3205402	0	0,03666842	0,3009348	0,01376868	1
18	0	0	0	0,49683467	0,04841806	0	0,19879445	0	0	0,24441473	0	0,01153808	1
19	0	0	0,09055849	0,40573132	0	0,0557097	0,06629968	0,17271354	0,02083122	0	0,18815605	0	1
20	0,08370446	0	0,26814376	0	0	0	0,4824849	0	0	0,16566688	0	0	1
21	0,04194601	0	0,10492751	0,32911426	0	0	0	0,11930988	0	0	0,40470234	0	1
22	0	0	0,30769557	0	0,09831392	0	0,14852833	0,37953004	0	0,03709562	0	0,02883653	1
23	0	0,01016777	0	0	0,53688371	0,0292337	0	0,24993232	0	0,1737825	0	0	1
24	0	0,05525107	0,04223088	0,31172657	0	0	0,19368452	0	0	0,01656002	0,36491118	0,01563577	1
25	0,09324315	0,07079056	0,26230741	0	0,17686573	0	0,09235764	0,19694965	0	0,09016067	0,01732519	0	1
26	0,20434783	0	0	0	0,55495374	0	0	0,16588993	0	0,07126204	0	0,00354647	1
27	0	0,06302754	0,0138728	0	0,36039234	0	0	0,21355108	0	0,03206058	0,29760446	0,01949121	1
28	0	0,01119174	0,02039489	0	0,32920435	0	0	0,28812733	0,00103864	0	0,29095101	0,05909203	1
29	0	0	0	0,65474477	0	0	0,08753113	0,18177667	0,05035908	0	0,02558835	0	1
30	0	0	0,0358656	0,63915412	0	0	0,1424799	0,0343113	0,1038629	0	0,0446028	0	1
31	0	0	0	0	0,25591412	0	0,39310383	0	0,25286395	0	0,08567515	0,01244295	1
32	0	0	0	0,62273472	0	0	0	0,07037209	0,24337199	0,06149231	0	0,00202889	1
33	0	0,23097765	0,14822826	0	0,21072709	0	0,375717	0	0	0	0,03435001	0	1
34	0	0,01647789	0,24803826	0	0	0	0,56702464	0	0	0,12912701	0	0,0393322	1
35	0	0,01423303	0	0	0,41547857	0	0	0,2516447	0,05635288	0	0,18190241	0,08038841	1
36	0	0	0	0	0,25792873	0	0,12964451	0	0	0,2610053	0,22721243	0,12420903	1
37	0	0	0,27570127	0,14083939	0	0	0	0,53414638	0	0	0	0,04931296	1
38	0	0,06996468	0	0	0,30113948	0,06534456	0,09150209	0,0499656	0	0	0,41328372	0,00879986	1
39	0	0,14322388	0,06654194	0	0,25566745	0,03779957	0,16978901	0,13330219	0	0	0,19367596	0	1
40	0	0	0	0	0,46974959	0,11861107	0,04267906	0,25481117	0	0,10568337	0	0,00846573	1
41	0,05519411	0	0,27997251	0	0	0	0,34124679	0,04617913	0	0,08751049	0,17471818	0,01499881	1
42	0,05791096	0	0,20605806	0	0	0	0,25433455	0	0	0,00335457	0,47746705	0,00087482	1
43	0	0	0	0,78450941	0	0	0	0,12641052	0	0,08186819	0	0,00721187	1
44	0,13087513	0	0,18880066	0	0,25726133	0	0,26910351	0	0	0,12447263	0,01416736	0,01531937	1
45	0	0	0,15720135	0	0,3256984	0	0	0,23992497	0,24180142	0	0,0327335	0,00264036	1
46	0	0,23725851	0	0	0,54147774	0	0	0,18745121	0	0	0	0,03381254	1
47	0	0,10350747	0,1258633	0	0,02456369	0,22081808	0,52524746	0	0	0	0	0	1
48	0	0,15812989	0,08999809	0,37668524	0	0,06949143	0	0,10208357	0	0,07214153	0,13147024	0,00827805	1
49	0,04286655	0,02902559	0,06590375	0	0,35177429	0	0	0,3025478	0	0,02559019	0,17401378	0,00827805	1
50	0	0,15420233	0,24579507	0	0	0	0,54393374	0	0	0,04059574	0	0,01547311	1
51	0	0	0,27939319	0	0	0	0,35116872	0,2388625	0,12621387	0	0	0,00436171	1
52	0,02724631	0	0	0,39841119	0	0	0,11168651	0	0,05572292	0,04889792	0,35137552	0,00665963	1
53	0	0,01667692	0,15187237	0	0,14350984	0	0	0,22353255	0	0,42498042	0,0394279	0	1
54	0	0	0,15957319	0,02490873	0	0	0	0,20671637	0	0	0,56839528	0,04040643	1
55	0,2415217	0,05214072	0	0	0,6492941	0	0	0	0	0,04990556	0	0,00713792	1
56	0	0,24576051	0	0	0,55089888	0	0,14125138	0	0	0	0,06208923	0	1
57	0	0,31960421	0	0	0,40845009	0	0,22494867	0	0	0	0	0,04699703	1
58	0	0	0,31108795	0	0	0	0,57149658	0	0,07289503	0,01990844	0	0,024612	1
59	0,0318738	0	0	0,57388404	0	0	0,1668652	0	0	0,22207356	0	0,0053034	1
60	0,03865132	0	0	0,24358856	0	0	0	0	0	0	0,62756308	0,09019704	1
61	0	0	0	0,31062864	0	0	0,19163103	0	0,25126867	0,24404842	0,00242324	0	1
62	0	0	0	0	0	0	0,64726578	0	0	0,30865877	0,04407544	0	1
63	0,08473545	0	0,31256096	0	0	0	0,2482354	0	0	0	0,34556478	0,0089034	1
64	0	0	0,29222074	0	0	0	0,46888081	0,00015551	0	0,22805859	0	0,01068435	1
65	0	0,12799287	0,27617568	0	0	0	0,26925594	0	0,11261432	0	0,21396119	0	1
66	0	0,37384278	0	0,17938832	0	0	0	0	0	0	0,42447805	0,02229085	1
67	0	0	0,06895936	0	0,24144429	0	0	0,43115726	0,02486595	0	0,22803478	0,00553836	1
68	0	0,026727	0,05667366	0	0,16189372	0,22064469	0,34742812	0	0	0,0846632	0,01123483	0,09118907	1
69	0,03568034	0	0,04114835	0,46827887	0	0,07128529	0,14978036	0,11743306	0	0,03592373	0,08047001	0	1
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17657398	0,78595741	0,03746861	1
71	0,31996638	0	0	0	0,46682241	0,17534753	0	0	0	0,03786369	0	0	1
72	0,0661041	0	0,06597434	0,59578746	0	0	0,04620307	0,15289814	0	0,04495705	0,02807584	0	1
73	0	0	0	0,51866076	0	0,15126929	0	0	0,28712979	0,04294017	0	0	1
74	0	0,18183384	0,20598811	0	0,15847111	0	0,4050103	0	0	0	0,04685748	0,00183916	1
75	0	0	0,15534889	0	0,1778412	0	0,45043651	0	0	0,20349756	0	0,01287584	1
76	0	0	0,22023549	0,22306027	0	0	0,00335332	0	0,24203807	0,29742867	0	0,01388418	1
77	0	0,07189532	0	0,52504268	0	0	0	0,03706081	0,12613205	0	0,2211692	0,01869995	1
78	0	0,22794916	0,11067439	0,1542499	0	0	0	0	0,49310185	0	0	0,0140247	1
79	0,08552829	0,23707893	0,2657534	0	0	0	0	0	0	0	0,38824716	0,02339222	1
80	0	0	0,04434522	0	0,04697957	0	0,65365635	0	0	0,25290343	0	0,00211543	1
81	0	0	0	0	0,25517227	0	0,29022981	0	0,30369812	0	0	0,1508998	1
82	0	0,31187008	0	0	0,56073361	0	0,12739632	0	0	0	0	0	1
83	0	0	0,00332177	0	0,31573946	0,03950316	0	0,12829186	0	0,07798725	0,42198487	0,01317163	1
84	0,11929169	0	0,21398026	0	0,12332154	0	0,2142527	0,22761327	0	0	0,10154052	0	1
85	0	0,13668539	0,32712279	0	0	0	0,42006266	0	0	0	0,10440534	0,01172382	1
86	0	0	0,23155958	0	0	0	0,48486022	0	0,01703777	0,03272982	0,22607487	0,00773774	1
87	0	0,00728565	0,20165471	0,08839979	0	0	0,52943884	0	0,08812677	0,08509425	0	0	1
88	0	0,05549412	0,3369144	0	0	0	0,54717183	0,05801764	0	0	0	0,00240201	1
89	0	0	0,17844942										

Appendix 7: Galaxy-portföljer, investerad procent vid optimering på simulation

1	OMX	SPX	Guid	5 år bond	10 år	råvaror	dollar	yen	europa	förnyelsebar	fastighet	galaxy	summa
2	0,1639475	0	0	0	0,44512028	0,08762647	0,04881053	0	0	0,10557473	0	0,1489205	1
3	0	0,04488806	0,1710512	0,10369826	0	0,12429621	0,29602374	0	0,0342846	0	0,22151928	0,00423865	1
4	0	0,18933691	0,15740026	0	0,19120895	0	0,41590413	0	0,02249627	0	0	0,02365114	1
5	0	0,04579365	0,28232749	0	0	0	0,60065408	0	0	0,07122477	0	0	1
6	0	0	0,44131916	0	0	0	0,25663047	0	0,23256367	0	0	0,0694867	1
7	0	0,05595418	0,03724402	0,24291095	0	0	0,14912252	0	0,00266857	0,0722466	0,43985315	0	1
8	0	0,01335804	0,1291585	0	0	0,19939088	0,65809258	0	0	0	0	0	1
9	0,14393178	0	0,22520113	0	0	0	0,48213191	0	0	0,14873518	0	0	1
10	0	0,2599388	0,05689867	0	0,57274693	0	0,05741529	0	0	0	0	0,0530003	1
11	0	0,03683342	0,25446545	0	0	0	0,43796815	0	0	0,01136352	0,24496273	0,01440673	1
12	0	0,05896691	0,09236554	0,33390982	0	0,04111795	0,23481129	0,07096687	0	0,02023201	0,14762961	0	1
13	0	0	0,03645499	0	0,20735313	0	0,32835435	0	0,09629357	0	0,33154396	0	1
14	0	0	0,24955467	0	0	0,02019716	0,21795251	0	0	0,51229565	0	0	1
15	0	0	0,26248068	0	0	0	0,48233444	0,11163484	0	0,14355004	0	0	1
16	0	0	0,22610879	0	0,18053592	0	0,08822215	0,34489824	0,04924787	0,09091338	0	0,02007365	1
17	0	0	0,09290153	0	0,24168242	0	0	0,3261003	0	0,03556237	0,29659132	0,00716205	1
18	0	0	0	0,44123355	0,08998254	0	0,1996378	0	0	0,23667027	0	0,03247584	1
19	0	0	0,08341637	0,41324176	0	0,05005137	0,05500541	0,17693301	0,01651044	0	0,19374395	0,01109768	1
20	0,04804633	0	0,23622521	0	0	0	0,45490523	0	0	0,13774466	0	0,12307856	1
21	0,04194605	0	0,10492744	0,32911425	0	0	0	0,11930992	0	0	0,40407235	0	1
22	0	0	0,33087507	0	0,07506327	0	0,18541613	0,36774139	0	0,04090414	0	0	1
23	0	0,00814956	0	0	0,52035109	0,00645549	0	0,26891423	0	0,1308442	0	0,06528543	1
24	0	0,05911635	0,04638389	0,31662746	0	0	0,20303138	0	0	0,01371669	0,3546398	0,00648443	1
25	0,10029469	0,07699238	0,28036671	0	0,17137102	0	0,11572225	0,18744827	0	0,02023201	0,14762961	0	1
26	0,16707351	0	0	0	0,53729987	0	0	0,19604327	0	0,05006315	0	0,0495202	1
27	0	0,05653537	0,00463052	0	0,35750468	0	0	0,21471507	0	0,0078965	0,30318966	0,0555282	1
28	0,00821673	0,01946502	0,02904489	0	0,36748567	0	0	0,30803785	0	0	0,25585644	0,01189339	1
29	0	0,00183952	0	0,65494464	0	0	0,08389267	0	0,16685051	0,02595011	0	0,06652254	1
30	0	0	0,04862894	0,6328031	0	0	0,16425215	0,03708003	0,09979108	0	0	0,01744471	1
31	0	0	0	0	0,26041784	0	0,40159381	0	0,25540563	0	0,07578959	0,00679313	1
32	0	0	0	0,60251241	0	0	0	0,11784326	0,18060029	0,02737629	0	0,07166775	1
33	0	0,23545854	0,16677614	0	0,19537797	0	0,40238735	0	0	0	0	0	1
34	0	0,02510566	0,26151117	0	0	0	0,58740638	0	0	0,12597679	0	0	1
35	0	0,02907053	0	0	0,49012978	0	0,02388915	0,2540976	0,07672624	0	0,10295621	0,02313049	1
36	0	0	0	0	0,32195677	0	0,20792448	0	0,33207087	0,09697756	0,04107031	0	1
37	0	0	0,28878372	0,14237065	0	0	0	0,54663082	0	0	0	0,02221481	1
38	0	0,07364615	0	0	0,30477283	0,06633361	0,10007107	0,04283144	0	0	0,41096969	0,00137521	1
39	0	0,14263847	0,06606771	0	0,25611218	0,03741494	0,16848855	0,13404085	0	0	0,19432296	0,00091434	1
40	0	0	0	0	0,47496482	0,10991553	0,03142457	0,26656755	0	0,09750516	0	0,01962237	1
41	0,05892424	0	0,28905607	0	0	0	0,35890071	0,0410495	0	0,08946394	0,15956991	0,00303565	1
42	0,05002945	0	0,19655672	0	0	0	0,24376133	0	0	0	0,49146842	0,01818408	1
43	0	0	0	0,7780645	0	0	0	0,13163272	0	0,07311524	0,02202745	0,02410788	1
44	0,12580202	0	0,18175422	0	0,26491512	0	0,26416997	0	0,11722334	0,02202745	0,02410788	0	1
45	0	0	0,15273562	0	0,32705486	0	0	0,24014451	0,23500897	0	0,03726123	0,00779482	1
46	0	0,26071789	0	0	0,56335917	0	0	0,17592294	0	0	0	0	1
47	0	0,0979763	0,10948629	0	0,04616045	0,21107401	0,50562803	0	0	0	0	0,02967492	1
48	0	0,23509669	0,13938603	0,43863496	0	0,0612817	0	0,07962814	0	0	0	0,04597247	1
49	0,04571892	0,03135704	0,06877062	0	0,35715303	0	0	0,30522831	0	0,02541118	0,1663609	0	1
50	0	0,15707633	0,25113584	0	0	0	0,55209103	0	0	0,0396968	0	0	1
51	0	0	0,28084366	0	0	0	0,35460274	0,23723167	0,12732193	0	0	0	1
52	0	0	0	0,35876634	0	0	0,0862674	0	0,05896219	0,01369818	0,40267688	0,07962901	1
53	0	0	0,11293084	0	0,18258548	0	0	0,22473645	0	0	0,4008079	0,07893933	1
54	0	0	0,18938188	0	0	0	0,02250527	0,21393461	0	0	0,57417823	0	1
55	0,21520688	0,06052679	0	0	0,64202757	0	0	0	0	0,02695981	0	0,05527894	1
56	0	0,24670591	0	0	0,56165298	0	0,15806256	0	0	0	0	0,03357856	1
57	0	0,33588693	0	0	0,4187301	0	0	0,24373928	0	0	0	0,00164369	1
58	0	0	0,31800664	0	0	0	0,58336835	0	0,07542956	0,0196552	0	0,00354025	1
59	0,03288338	0	0	0,57592712	0	0	0,16840294	0	0	0,22278656	0	0	1
60	0,03854581	0	0	0,29476645	0	0	0	0	0	0	0,60899199	0,05769575	1
61	0	0	0	0,31051915	0	0	0,18957902	0	0	0,24682643	0,24686166	0,00621375	1
62	0	0	0	0	0	0	0,55185314	0	0	0,24185203	0,13710079	0,06919405	1
63	0,08707386	0	0,31862888	0	0	0	0,25591285	0	0	0	0,33733612	0,00104829	1
64	0	0	0,25154598	0,07876843	0	0	0,39269865	0,03655768	0	0,19013025	0	0,05029901	1
65	0	0,12799274	0,27617583	0	0	0	0,26925645	0	0,11261452	0	0,21396046	0	1
66	0	0,36970658	0	0,18983176	0	0	0	0	0	0	0	0,02230036	1
67	0	0	0,05731795	0	0,25029014	0	0	0,41751074	0,01297214	0	0,23492992	0,02697912	1
68	0	0,04255084	0,10995117	0	0,12154663	0,21810481	0,42454166	0	0	0,08330489	0	0	1
69	0,03544535	0	0,04090218	0,46846066	0	0,07102904	0,1489891	0,11786054	0	0,03569445	0,08104864	0,00057004	1
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19749402	0,80250598	0	1
71	0,25379349	0	0	0	0,45899667	0,13292688	0	0,06029746	0	0,01316265	0	0,08082285	1
72	0,06610404	0	0,06597434	0,59578742	0	0	0,04620251	0,15289844	0	0,04495702	0,02807624	0	1
73	0	0	0	0,51902066	0	0,13533769	0	0	0,27582079	0,03065613	0	0,03916474	1
74	0	0,18236491	0,20707232	0	0,15835911	0	0,40701166	0	0	0	0,04479601	0,00039598	1
75	0	0	0,1484339	0	0,18902295	0	0,44382945	0	0	0,1957976	0	0,0229161	1
76	0	0	0,17070069	0,28851975	0	0	0	0	0,20579625	0,24473232	0,00057557	0,08967542	1
77	0	0,07986565	0	0,54990326	0	0	0	0,02735559	0,13727246	0	0,20560305	0	1
78	0	0,2267316	0,10868596	0,1624604	0	0	0	0,48986945	0	0	0	0,01225259	1
79	0,08607075	0,24284588	0,27293791	0	0	0	0	0	0	0	0,3825268	0,01561867	1
80	0	0	0	0	0,12130215	0	0,55998433	0	0	0,19312637	0	0,12558716	1
81	0	0	0	0	0,28252039	0	0,32355684	0	0,2673495	0	0	0,12657327	1
82	0	0,29058689	0	0	0,55102369	0	0,1237149	0	0	0	0	0,03467452	1
83	0	0	0,00455141	0	0,32023622	0,03638319	0	0,13097943	0	0,07647778	0,42120481	0,01016717	1
84	0,11929179	0	0,21398023	0	0,12332191	0	0,21425242	0,22761365	0	0	0	0,10154	1
85	0	0,12988478	0,32087739	0	0	0	0,41511023	0	0	0	0,11269985	0,02142775	1
86	0	0	0,23653044	0	0	0	0,49474624	0	0,01835385	0,03349217	0,21687731	0	1
87	0	0,00893109	0,1878952	0,11281183	0	0	0,51002702	0	0,08347123	0,07679269	0	0,02007094	1
88	0	0,05621413	0,33759893	0	0	0	0,5502275	0,05595945	0	0	0	0	1
89	0	0	0,18533919	0	0,23824337	0	0,31580638	0	0	0,18268147	0,07792958	0	1