



# Portfolio optimization on cryptocurrency market



# Agenda

01 INTRODUCTION

02 LITERATURE REVIEW

03 METHODOLOGY

04 DATA ANALYSIS

05 CONCLUSION



# 01 INTRODUCTION

## 01 INTRODUCTION

# INVESTMENT



Stock



Mutual funds



Bonds



Land



Real estate



Artwork



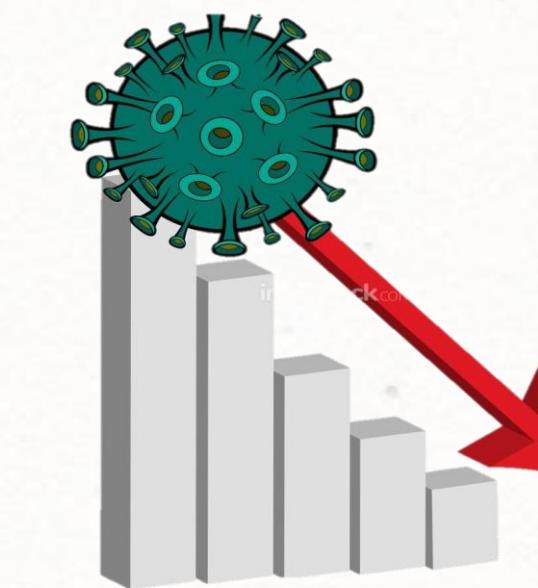
Cryptocurrency



Gold

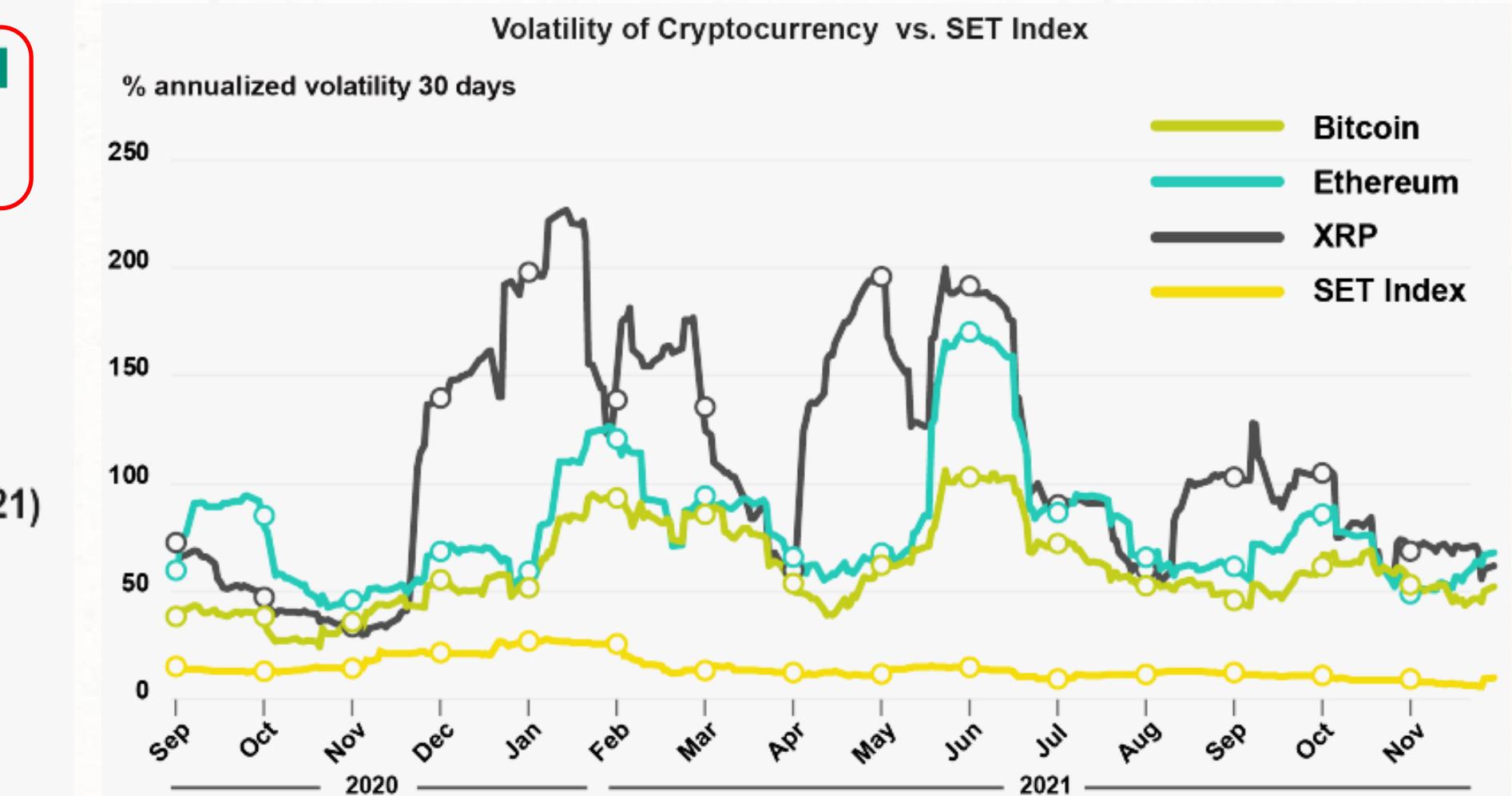
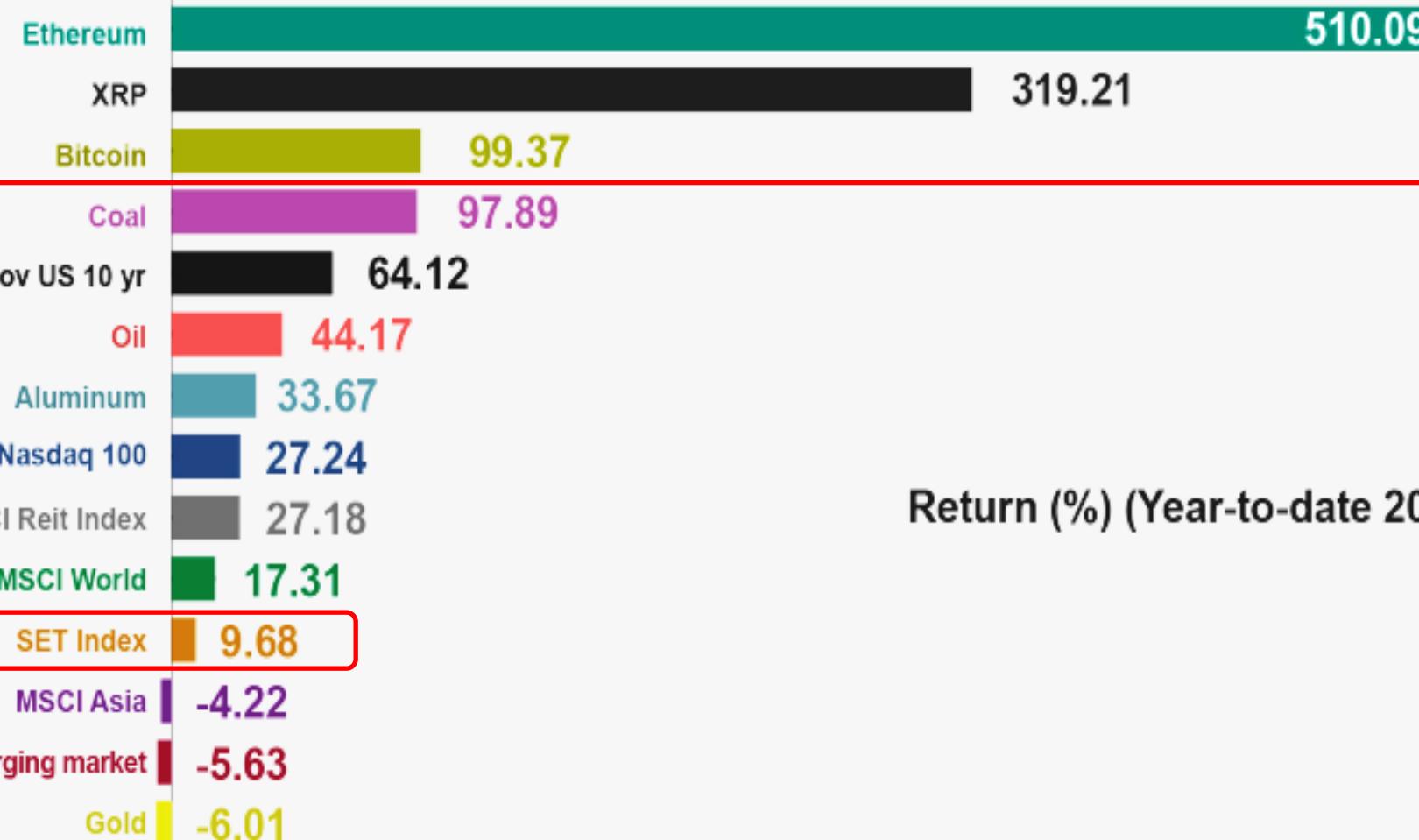


Antique



# 01 INTRODUCTION

## INVESTMENT



## OBJECTIVES

เพื่อหาสัดส่วนการลงทุนในสินทรัพย์ดิจิตอลที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงสุด 10 อันดับแรก ที่ให้อัตราผลตอบแทนมากที่สุดภายใต้การควบคุมความเสี่ยงของพอร์ตโดยใช้วิธี Non-Linear Programming

## SCOPE OF STUDY

ศึกษาจากข้อมูลราคารายวันของสกุลเงินดิจิตอลที่มีมูลค่า Market Capitalization สูงสุด 10 อันดับแรก\*

ระยะเวลาการเก็บข้อมูล :

1 มกราคม 2563 - 30 พฤศจิกายน 2564 (23 เดือน)

## BENEFITS OF STUDY

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนโดยการปรับพอร์ตการลงทุนให้เหมาะสมเพื่อควบคุมความเสี่ยงของพอร์ตให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้และสร้างผลตอบแทนสูงสุด



## INTRODUCTION



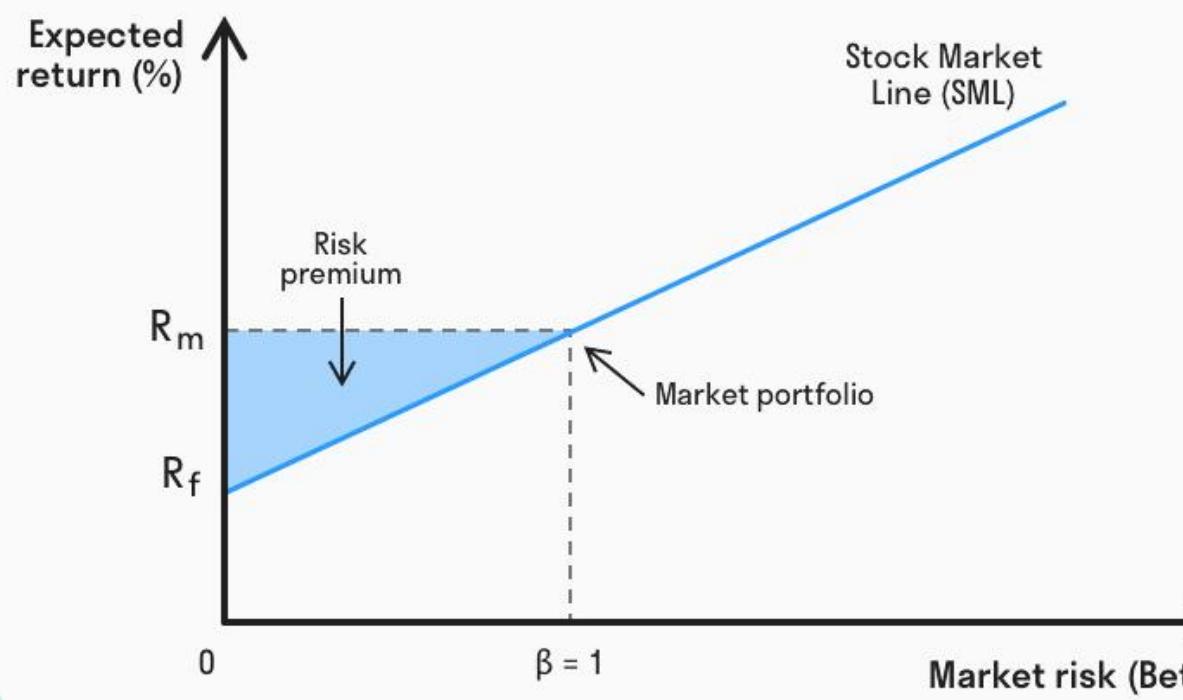
02

# LITERATURE REVIEW

# 02

## LITERATURE REVIEW

### Capital Asset Pricing Model



### Modern Portfolio Theory



### Sharpe Ratio

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\text{Average of the Return} - \text{Best Available Rate of Return of a Risk-Free Security}}{\text{Standard Deviation of the Return} \times \text{The Investment}}$$

The diagram shows the components of the Sharpe Ratio:

- Average of the Return
- Best Available Rate of Return of a Risk-Free Security
- Standard Deviation of the Return
- The Investment

# 03 METHODOLOGY

# PROCESS

ข้อมูลราคารายวันของสกุลเงินดิจิตอลที่มีมูลค่า

Market Capitalization สูงสุด 10 อันดับแรก

≤ 1 มกราคม 2563 - 30 พฤศจิกายน 2564



แบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงๆ 6 เดือน และคำนวณหา Optimization ด้วยวิธี Non-Linear Programming โดยทำการเปรียบเทียบ 3 Models คือ

1. Maximize Profit ; Standard Deviation  $\leq 0.14$
2. Maximize Profit ; Standard Deviation  $\leq 0.10$
3. Maximize Sharpe Ratio

เพื่อใช้ในการกำหนดสัดส่วนการลงทุนในเดือนถัดไป และทำการปรับพอร์ทการลงทุนทุกต้นเดือน



คำนวณหาอัตราผลตอบแทนจากข้อมูลจริงทั้ง 3 Models และนำมาเปรียบเทียบและสรุปผล

# 03 METHODOLOGY

## Top 10 Cryptocurrencies by market cap

Cryptocurrency	Market Capitalization
1. Bitcoin (BTC)	\$1,145,257 million
2. Ethereum (ETH)	\$520,631 million
3. Binance (BNB)	\$102,157 million
4. Solana (SOL)	\$75,822 million
5. Cardano (ADA)	\$65,652 million
6. Ripple (XRP)	\$53,480 million
7. Polkadot (DOT)	\$49,940 million
8. Dogecoin (DOGE)	\$33,990 million
9. SHIBA INU (SHIB)	\$32,605 million
10. Terra (LUNA)	\$19,583 million

# PROCESS

ข้อมูลราคารายวันของสกุลเงินดิจิตอลที่มีมูลค่า Market Capitalization สูงสุด 10 อันดับแรก  
1 มกราคม 2563 - 30 พฤศจิกายน 2564

แบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงทุกๆ 6 เดือน แล้วคำนวณหา Optimization ด้วยวิธี Non-Linear Programming โดยทำการเปรียบเทียบ 3 Models คือ

1. Maximize Profit ; Standard Deviation  $\leq 0.14$
2. Maximize Profit ; Standard Deviation  $\leq 0.10$
3. Maximize Sharpe Ratio

เพื่อใช้ในการกำหนดสัดส่วนการลงทุนในเดือนถัดไป และทำการปรับพอร์ทการลงทุนทุกต้นเดือน

คำนวณหาอัตราผลตอบแทนจากข้อมูลจริงทั้ง 3 Models และนำมาเปรียบเทียบและสรุปผล

# 03 METHODOLOGY

No.	Model			Forecast Period
	Previous 6 Months			
1	Jan'20	-	Jun'20	Jul'20
2	Feb'20	-	Jul'20	Aug'20
3	Mar'20	-	Aug'20	Sep'20
4	Apr'20	-	Sep'20	Oct'20
5	May'20	-	Oct'20	Nov'20
6	Jun'20	-	Nov'20	Dec'20
7	Jul'20	-	Dec'20	Jan'21
8	Aug'20	-	Jan'21	Feb'21
9	Sep'20	-	Feb'21	Mar'21
10	Oct'20	-	Mar'21	Apr'21
11	Nov'20	-	Apr'21	May'21
12	Dec'20	-	May'21	Jun'21
13	Jan'21	-	Jun'21	Jul'21
14	Feb'21	-	Jul'21	Aug'21
15	Mar'21	-	Aug'21	Sep'21
16	Apr'21	-	Sep'21	Oct'21
17	May'21	-	Oct'21	Nov'21

# 03 METHODOLOGY

## Statistic

- อัตราผลตอบแทนรายวัน

$$T = \left( \frac{V_1 - V_0}{V_0} \right) \times 100$$

- อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n}{n}$$

- Standard Deviation

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}$$

## Portfolio

- อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง

$$\bar{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i$$

- Correlation Coefficient

$$\rho_{xy} = \frac{\text{Cov}_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

- Covariance

$$\text{COV Matrix (X,Y)} = \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \rho(X,Y) \\ \rho(Y,X) & \sigma_y^2 \end{pmatrix}$$

## Portfolio

- ความเสี่ยงของพอร์ตรวม

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{COV}_{ij}}$$

- Sharpe Ratio

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\bar{r}_p - \bar{r}_f}{\sigma_p}$$

## 03 METHODOLOGY

## NON-LINEAR PROGRAMMING MODEL

### Maximize Profit

$w_i$  = สัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิตอลแต่ละชนิด

$$\text{Maximize Expected Profit : } r_e = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i$$

$$① \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$② w_i \leq 0.50$$

$$③ w_i \geq 0 \text{ โดยที่ } i = 1, 2, \dots, n$$

$$④ \sigma \leq 0.1, 0.14$$

### DECISION VARIABLE

### OBJECTIVE FUNCTION

### CONSTRAINTS

### Maximize Sharpe Ratio

$w_i$  = สัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิตอลแต่ละชนิด

$$\text{Maximize Sharpe Ratio} = \frac{\bar{r}_p - r_f}{\sigma_p}$$

$$① \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$② w_i \leq 0.50$$

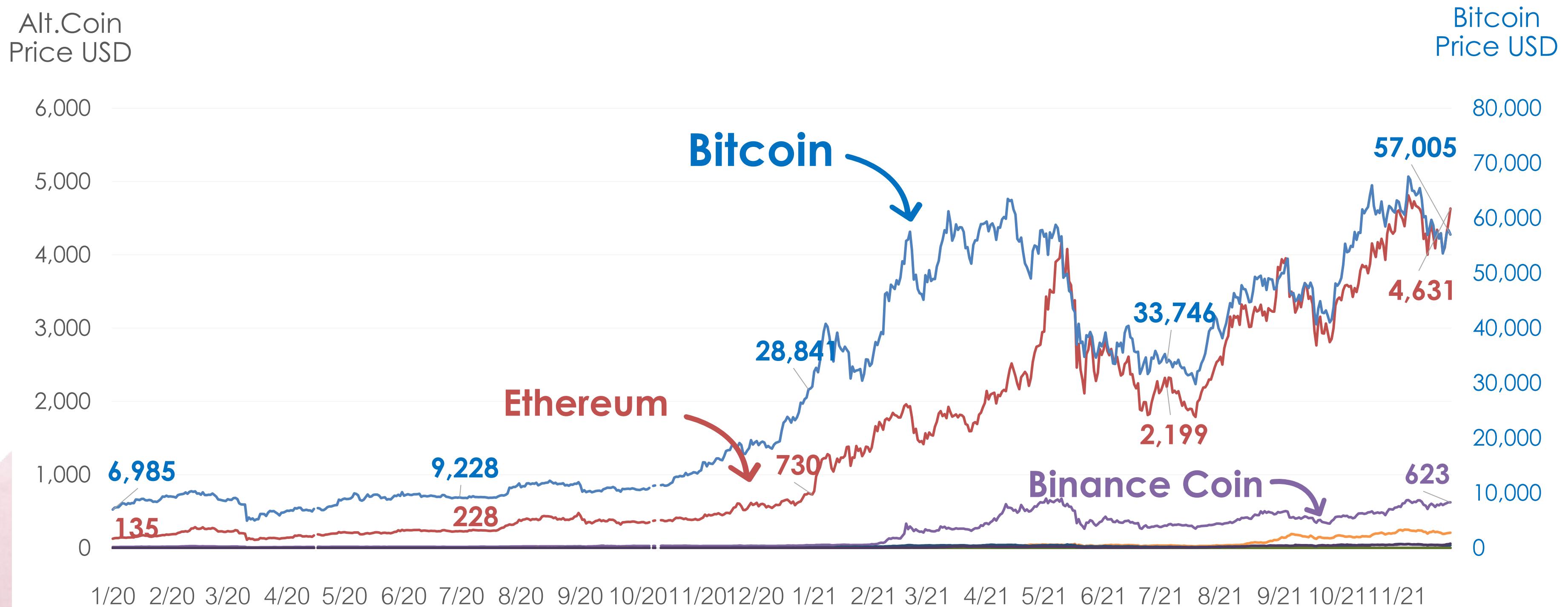
$$③ w_i \geq 0 \text{ โดยที่ } i = 1, 2, \dots, n$$



# 04 DATA ANALYSIS

## 04 DATA ANALYSIS

### Overall : Price Trends



## Descriptive Analysis

# 04 DATA ANALYSIS

Standard deviation of daily return

	Avg. daily return	Standard deviation of daily return
1. Bitcoin (BTC)	0.38%	0.04
2. Ethereum (ETH)	0.65%	0.05
3. Binance Coin (BNB)	0.74%	0.07
4. Solana (SOL)	0.69%	0.10
5. Cardano (ADA)	0.74%	0.06
6. Ripple (XRP)	0.49%	0.07
7. Polkadot (DOT)	0.31%	0.08
8. Dogecoin (DOGE)	1.28%	0.14
9. Shiba Inu (SHIB)	0.42%	0.07
10. Terra (LUNA)	0.76%	0.11

## 04 DATA ANALYSIS

### Correlation Coefficient

	01.BTC	02.ETH	03.ADA	04.BNB	05.XRP	06.SOL	07.DOT	08.DOGE	09.SHIBA	10.LUNA
01.BTC	1.000	0.898	0.846	0.878	0.819	0.633	0.972	0.697	0.447	0.771
02.ETH	0.898	1.000	0.963	0.946	0.905	0.817	0.895	0.880	0.607	0.868
03.ADA	0.846	0.963	1.000	0.921	0.874	0.830	0.854	0.845	0.551	0.888
04.BNB	0.878	0.946	0.921	1.000	0.950	0.714	0.894	0.906	0.491	0.806
05.XRP	0.819	0.905	0.874	0.950	1.000	0.693	0.836	0.887	0.440	0.767
06.SOL	0.633	0.817	0.830	0.714	0.693	1.000	0.667	0.623	0.753	0.940
07.DOT	0.972	0.895	0.854	0.894	0.836	0.667	1.000	0.715	0.452	0.794
08.DOGE	0.697	0.880	0.845	0.906	0.887	0.623	0.715	1.000	0.449	0.649
09.SHIBA	0.447	0.607	0.551	0.491	0.440	0.753	0.452	0.449	1.000	0.667
10.LUNA	0.771	0.868	0.888	0.806	0.767	0.940	0.794	0.649	0.667	1.000

# 04 DATA ANALYSIS

# Non-Linear Programming

# 04 DATA ANALYSIS

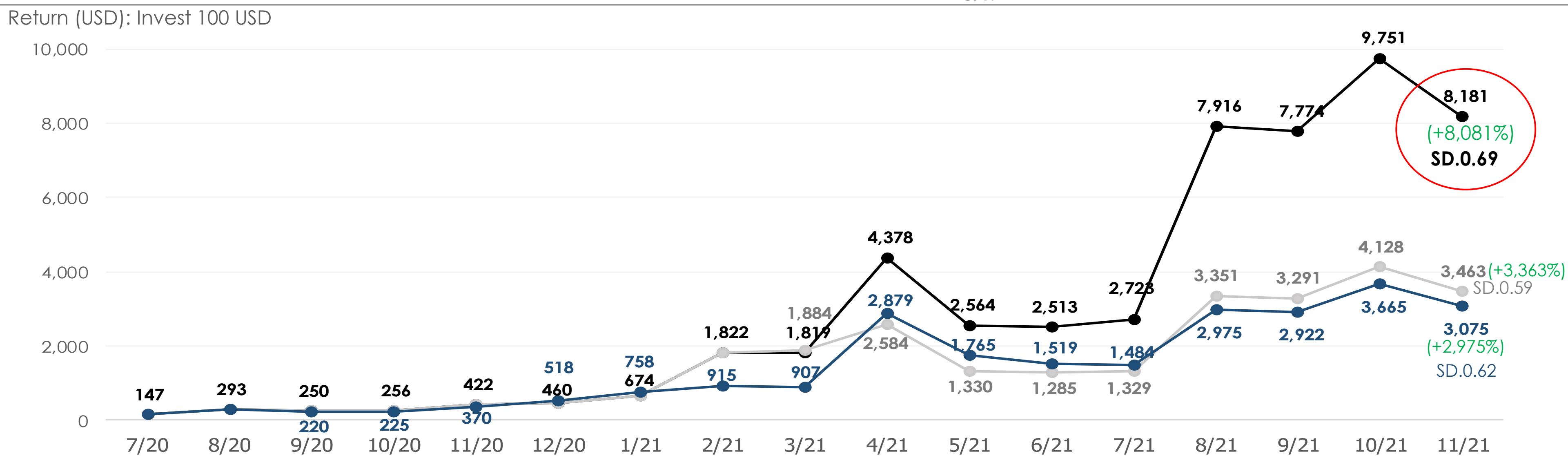
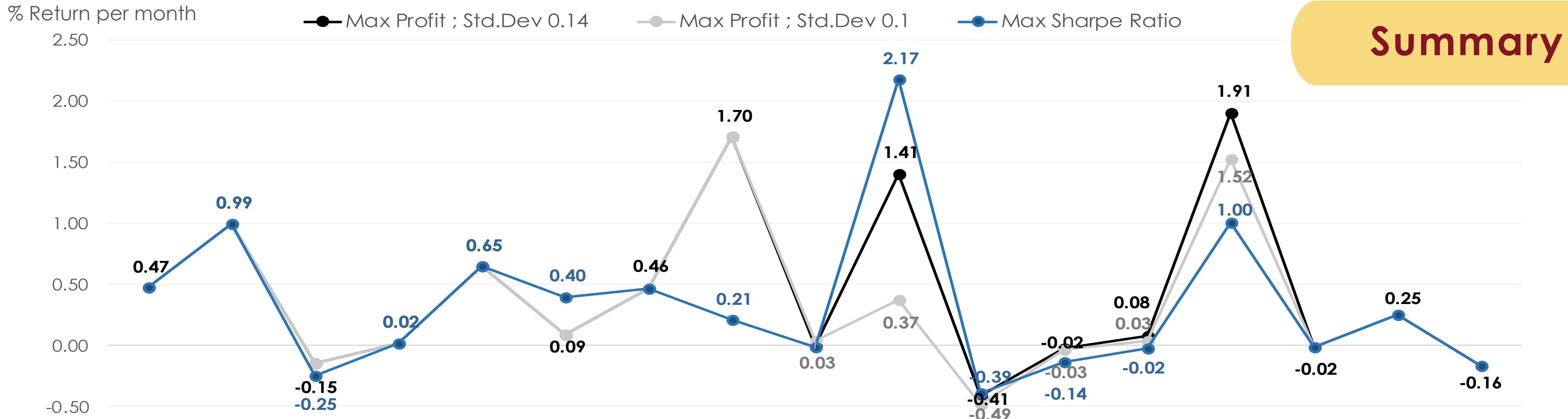
## Non-Linear Programming

No.	Data Previous 6 Months	Forecast Period	Model	The weights of each cryptocurrency										%Return per month	Return (USD) Invest 100 USD
				01.BTC	02.ETH	03.ADA	04.BNB	05.XRP	06.SOL	07.DOT	08.DOGE	09.SHIB	10.LUNA		
7	Jul'20 - Dec'20	Jan'21	Max profit ; std.dev 0.10	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	46%	674
			Max profit ; std.dev 0.14	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	46%	674
			Max Sharpe Ratio	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	46%	758
8	Aug'20 - Jan'21	Feb'21	Max profit ; std.dev 0.10	0.50	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	170%	1,822
			Max profit ; std.dev 0.14	0.50	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	170%	1,822
			Max Sharpe Ratio	-	0.50	-	-	-	-	-	0.50	-	-	21%	915
9	Sep'20 - Feb'21	Mar'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	0.50	0.33	-	-	-	0.17	-	-	3%	1,884
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	0.50	0.05	-	-	-	0.45	-	-	0%	1,819
			Max Sharpe Ratio	-	-	0.50	-	-	-	-	0.50	-	-	-1%	907
10	Oct'20 - Mar'21	Apr'21	Max profit ; std.dev 0.10	0.05	-	0.50	-	-	-	-	0.08	-	0.38	37%	2,584
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	0.18	-	-	-	-	0.32	-	0.50	141%	4,378
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	217%	2,879
11	Nov'20 - Apr'21	May'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	-	0.22	-	0.24	-	0.03	-	0.50	-49%	1,330
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.16	-	0.34	-	0.50	-41%	2,564
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-39%	1,765
12	Dec'20 - May'21	Jun'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	0.35	0.07	-	0.50	-	0.08	-	-	-3%	1,285
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.50	-	0.32	-	0.18	-2%	2,513
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-14%	1,519

# 04 DATA ANALYSIS

## Non-Linear Programming

No.	Data Previous 6 Months	Forecast Period	Model	The weights of each cryptocurrency										%Return per month	Return (USD) Invest 100 USD		
				01.BTC	02.ETH	03.ADA	04.BNB	05.XRP	06.SOL	07.DOT	08.DOGE	09.SHIB	10.LUNA				
13	Jan'21 - Jun'21	Jul'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	0.41	-	-	0.50	-	0.09	-	-	3%	1,329		
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	0.07	-	-	0.50	-	0.33	-	0.10	8%	2,723		
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	-2%	1,484		
14	Feb'21 - Jul'21	Aug'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	-	0.09	-	0.50	-	0.21	-	0.20	152%	3,351		
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	0.50	191%	7,916		
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	100%	2,975		
15	Mar'21 - Aug'21	Sep'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	-2%	3,291		
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	-2%	7,774		
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	-2%	2,922		
16	Apr'21 - Sep'21	Oct'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	25%	4,128		
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	25%	9,751		
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	0.50	-	0.50	-	-	25%	3,665		
17	May'21 - Oct'21	Nov'21	Max profit ; std.dev 0.10	-	-	-	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-16%	3,463		
			Max profit ; std.dev 0.14	-	-	-	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-16%	8,181		
			Max Sharpe Ratio	-	-	-	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-16%	3,075		
Summary			Max profit ; std.dev 0.10	1.55	2.00	4.26	1.22	0.50	3.74	0.50	1.66	0.50	1.08	34%	3,363%		
			Max profit ; std.dev 0.14	1.50	2.00	3.25	0.55	0.50	3.66	0.50	2.76	0.50	1.78	43%	8,081%		
			Max Sharpe Ratio	1.00	3.00	3.00	-	-	2.50	0.50	4.50	0.50	2.00	33%	2,975%		





# 05 CONCLUSION

# 05 CONCLUSION

จากการสร้าง Portfolio Optimization เพื่อหาสัดส่วนการลงทุนในสินทรัพย์ดิจิตอลที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงสุด 10 อันดับแรก โดยกำหนดให้อัตราผลตอบแทนมากที่สุดภายใต้การควบคุมความเสี่ยงของพอร์ตโดยใช้วิธี Non-Linear Programming

พบว่าพอร์ทการลงทุนที่กำหนด Maximize Expected Profit ; Standard Deviation 0.14 สามารถสร้างผลตอบแทนสูงสุด ซึ่งผู้ลงทุนสามารถเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการลงทุนในพอร์ตตามอัตราผลตอบแทนคาดหวัง และความเสี่ยงที่รับได้ในช่วงเวลาต่างๆ

## LIMITATION

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาจากข้อมูลในอดีตเท่านั้น ไม่ใช่การคาดการณ์อนาคต และผลตอบแทนในอดีตไม่ได้เป็นสิ่งยืนยันผลตอบแทนในอนาคต การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและความถี่ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาอาจส่งให้ผลการศึกษาที่ได้เปลี่ยนแปลงไป

## SUGGESTION

การลงทุนในสินทรัพย์ดิจิตอลเป็นการลงทุนที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากมีปัจจัยอีกมากที่ส่งผลกระทบบวกหรือลบต่อราคัสินทรัพย์ ดังนั้น การตัดสินใจลงทุนในสินทรัพย์ประเภทนี้จึงจำเป็นต้องติดตามผลการลงทุนอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งประเมินปัจจัยภายนอกประกอบด้วย

## FUTURE STUDY

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นเพียงช่วงเวลา 23 เดือน จึงยังไม่ครอบคลุมสถานการณ์ต่างๆ ทำให้ผลการศึกษาอาจยังไม่เหมาะสมกับการใช้ลงทุนในระยะยาว ในการศึกษาครั้งถัดไป อาจเพิ่มช่วงเวลาที่หลากหลายมากขึ้น
2. เครื่องมือต่างๆในการคำนวณผลตอบแทน ความเสี่ยง และการวัดประสิทธิภาพมีหลายวิธี ซึ่งอาจมีวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการวัดผลมากกว่า การศึกษาในครั้งต่อไปอาจเลือกเครื่องมือในการศึกษาที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อให้มีผลการศึกษาในมุมที่แตกต่างออกไป

