



## การจัดกลุ่มและบริหารพอร์ตโฟลิโอด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับสกุลเงินดิจิทัล

นายภาสวุฒิ เลิศมัธยะกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2564



# Clustering and Portfolio Managing with a Mathematical Model for Cryptocurrencies

Mr. Passawut Lertmatayakul

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (STATISTICS)  
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI

2021

การจัดกลุ่มและบริหารพอร์ตโฟลิโอด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับสกุลเงินดิจิทัล

นายภาสวุฒิ เลิศมัธยะกุล

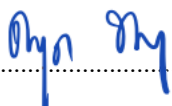
รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงงาน

  
.....  
(ผศ.ดร.ดาวูด ทองทา)

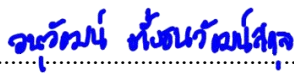
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

  
.....  
(ผศ.ดร.ณรรฐคุณ วิรุฬห์ศรี)

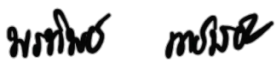
กรรมการ

  
.....  
(ผศ.ดร.วิสา ยมเสถียรกุล)

กรรมการ

  
.....  
(ดร.อนวัตนัน ตั้งธนวัฒน์สกุล)

กรรมการ

  
.....  
(ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

# Clustering and Portfolio Managing with a Mathematical Model for Cryptocurrencies

Mr. Passawut Lertmatayakul

A Research Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

The Degree of Bachelor of Science (Statistics)

Department of Mathematics, Faculty of Science

King Mongkut's University of Technology Thonburi 2021

## Research Project Committee



(Asst. Prof. Dr. Dawud Thongtha)

Member and Project Advisor



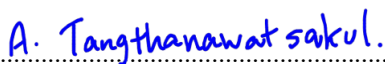
(Asst. Prof. Dr. Nathakhun Wiroonsri)

Member



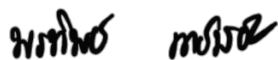
(Asst. Prof. Dr. Warisa Yomsatieankul)

Member



(Dr. Anuwat Tangthanawatsakul)

Member



(Dr. Porntip Dechpichai)

Member

|                   |                                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การจัดกลุ่มและบริหารพอร์ตโฟลิโอด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับสกุลเงินดิจิทัล |
| หน่วยกิต          | 3                                                                           |
| ผู้เขียน          | นายภาสวุฒิ เลิศมัยยะกุล                                                     |
| อาจารย์ที่ปรึกษา  | ผศ.ดร.ดาวุด ทองทา                                                           |
| หลักสูตร          | วิทยาศาสตร์บัณฑิต                                                           |
| สาขาวิชา          | สถิติ                                                                       |
| ภาควิชา           | คณิตศาสตร์                                                                  |
| คณะ               | วิทยาศาสตร์                                                                 |
| ปีการศึกษา        | 2564                                                                        |

## บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) จัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล (2) จัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ โดยเก็บข้อมูลจาก CCI30 ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2563 ถึง 1 ตุลาคม 2564 ซึ่งเป็นช่วงเวลาตลาดสกุลเงินดิจิทัลเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเก็บข้อมูลรายวันของราคาเปิด ราคาต่ำสุด ราคาสูงสุดและราคาปิดเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่า การจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีน ผ่านโปรแกรมอาร์สตูดิโอสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ (1) กลุ่มความผันผวนสูงและผลตอบแทนสูง (2) กลุ่มความผันผวนต่ำและผลตอบแทนสูง (3) กลุ่มความผันผวนสูงและผลตอบแทนต่ำ (4) กลุ่มสำหรับการเก็งกำไรสูง เมื่อนำผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลมาจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) พอร์ตโฟลิโอความแปรปรวนต่ำที่สุด (2) พอร์ตโฟลิโอค่าอัตราส่วนชาร์ปสูงที่สุด (3) พอร์ตโฟลิโอผลตอบแทนที่คาดหวังสูงที่สุด ผ่านโปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์ โดยพิจารณาสกุลเงินดิจิทัลที่ใช้ในการจัดพอร์ตโฟลิโอ 3 ประเภท ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (2) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง เมื่อจัดพอร์ตโฟลิโอแล้วพบว่าในกลุ่มความเสี่ยงต่ำและกลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง จะสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่า CCI30 ทั้ง 3 รูปแบบ ในขณะที่สกุลเงินดิจิทัลกลุ่มผลตอบแทนสูง มีเพียงการจัดพอร์ตโฟลิโอความแปรปรวนต่ำที่สุด ที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้ดีกว่า CCI30

**คำสำคัญ :** สกุลเงินดิจิทัล ทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ CCI30 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน

|                           |                                                                                  |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Research Project Title    | Clustering and Portfolio Managing with a Mathematical Model for Cryptocurrencies |
| Research Project Credits  | 3                                                                                |
| Candidate                 | Mr. Passawut Lertmatayakul                                                       |
| Research Project Advisors | Asst. Prof. Dr. Dawud Thongtha                                                   |
| Program                   | Bachelor of Science                                                              |
| Field of Study            | Statistics                                                                       |
| Department                | Mathematics                                                                      |
| Faculty                   | Science                                                                          |
| Academic Year             | 2021                                                                             |

### Abstract

The objectives of this research study are (1) clustering cryptocurrencies (2) constructing an investment portfolio according to Markowitz Model. The data are collected from the CCI30 index from June 1, 2020, to October 1, 2021, in which the cryptocurrency market is continuously growth. The daily data used to analyze in this research are open, low, high and closed prices.

From this study, it is found that grouping cryptocurrencies with k-means clustering via RStudio can be categorized into 4 main groups which are (1) high volatility and high return (2) Low Risk but high return (3) high volatility but low return (4) high speculation. These results of the cryptocurrency grouping are used to construct the portfolio according to Markowitz's portfolio theory via Excel Solver. Three types of portfolios are considered: (1) Minimum-Variance Portfolio (2) Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (3) Maximum-Expected-Return Portfolio By considering three groups of cryptocurrencies for constructing portfolio: (1) low risk group, (2) high return per risk group (3) high return group, the results reveal that, for low risk group and high return per risk

group, the constructed portfolios are able to generate more return than that of the CCI30 while the high return group of cryptocurrencies, only the Minimum-Variance Portfolio can generate the better return than CCI30.

**Keywords:** Cryptocurrencies, Markowitz Portfolio Theory, CCI30, K-means Clustering

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.ดาวิด ทองทา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนทำให้โครงการวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกท่าน ผศ.ดร.ณรรธคุณ วิรุฬห์ศรี ผศ.ดร.วิริสา ยมเสถียรกุล ดร.อนุวัฒน์ ตั้งธนวัฒน์สกุล และ ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและความคิดเห็นในการดำเนินงานรายงานวิจัยฉบับนี้

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงการวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และสำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโครงการวิจัยต่อไป

ภาสวุฒิ เลิศมัธยะกุล

ผู้วิจัย

## สารบัญ

|                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย                                               | ก    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                            | ข    |
| กิตติกรรมประกาศ                                               | ค    |
| สารบัญ                                                        | ง    |
| สารบัญตาราง                                                   | ช    |
| สารบัญรูปภาพ                                                  | ญ    |
| บทที่                                                         |      |
| 1. บทนำ                                                       | 1    |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย                              | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                   | 3    |
| 1.3 ขอบเขตการวิจัย                                            | 3    |
| 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น                                          | 3    |
| 1.5 คำนิยามศัพท์                                              | 4    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                                 | 5    |
| 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                              | 6    |
| 2.1 วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering Method)                 | 6    |
| 2.1.1 การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering)                | 6    |
| 2.1.2 การกำหนดจำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method                     | 9    |
| 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนและความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์    | 10   |
| 2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง | 10   |
| 2.2.2 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์          | 10   |
| 2.2.2.1 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์เดี่ยว  | 11   |

|           |                                                               |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2.2   | การคำนวณอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์             | 12        |
| 2.2.2.3   | อัตราผลตอบแทนลอการิทึมของหลักทรัพย์                           | 13        |
| 2.2.3     | แนวคิดเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุน               | 14        |
| 2.2.3.1   | การวัดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุนของหลักทรัพย์เดี่ยว     | 14        |
| 2.2.3.2   | การวัดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุนของกลุ่มหลักทรัพย์      | 16        |
| 2.2.3.2.1 | ความแปรปรวนร่วม (Covariance)                                  | 16        |
| 2.2.3.2.2 | เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix)                   | 17        |
| 2.2.3.2.3 | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)              | 17        |
| 2.2.3.2.4 | ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน                            | 18        |
|           | ของอัตราผลตอบแทนของอัตราผลตอบแทน                              |           |
|           | ของกลุ่มหลักทรัพย์                                            |           |
| 2.3       | แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารกลุ่มหลักทรัพย์               | 20        |
| 2.3.1     | ทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz (Modern Portfolio หรือ MPT) | 20        |
| 2.3.2     | การวัดผลการดำเนินงานของพอร์ตลงทุนด้วย Sharpe Ratio            | 21        |
| 2.4       | มาตรวัดความเสี่ยงในการลงทุน                                   | 22        |
| 2.4.1     | ค่าเบต้า ( $\beta$ )                                          | 22        |
| 2.4.2     | Yang Zhang Volatility Estimation                              | 24        |
| 2.4.2.1   | การประมาณค่าความผันผวน (Volatility Estimation)                | 24        |
| 2.4.2.2   | การประมาณค่าความแปรปรวนด้วย                                   | 24        |
|           | Yang Zhang Volatility Estimation                              |           |
| 2.4.3     | Maximum Drawdown                                              | 26        |
| 2.5       | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                         | 27        |
| <b>3.</b> | <b>การวิจัยดำเนินงาน</b>                                      | <b>31</b> |
| 3.1       | ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย                                      | 31        |
| 3.2       | การเก็บรวบรวมข้อมูล                                           | 32        |
| 3.2.1     | เงื่อนไขการเก็บรวบรวมข้อมูล                                   | 33        |
| 3.3       | การเตรียมข้อมูลสำหรับ K-means Clustering                      | 34        |
| 3.3.1     | Average Log Return (Quarterly)                                | 34        |

|           |                                                                        |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.2     | Yang Zhang Volatility Estimation (Quarterly)                           | 34        |
| 3.3.3     | Beta from CAPM (Quarterly)                                             | 35        |
| 3.3.4     | Maximum Drawdown (Quarterly)                                           | 36        |
| 3.4       | การจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธีการ K-means Clustering             | 37        |
| 3.4.1     | การกำหนดจำนวนกลุ่ม                                                     | 37        |
| 3.5       | การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดพอร์ตการลงทุน                 | 39        |
| 3.5.1     | Minimum-Variance Portfolio                                             | 39        |
| 3.5.2     | Maximum-Sharpe Ratio Portfolio                                         | 40        |
| 3.5.3     | Maximum-Expected Return Portfolio                                      | 41        |
| 3.5.4     | การลดความเสี่ยงโดยการกระจายการลงทุน (Risk Diversification)             | 42        |
| <b>4.</b> | <b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>                                            | <b>44</b> |
| 4.1       | ผลการจัดกลุ่มด้วย K-means Clustering และการพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล | 44        |
| 4.1.1     | ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563                        | 45        |
| 4.1.2     | ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564                        | 48        |
| 4.1.3     | ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564                        | 52        |
| 4.1.4     | ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564                        | 56        |
| 4.2       | ผลการจัดพอร์ตโฟลิโอจากการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์                | 60        |
| 4.2.1     | ผลตอบแทนจากตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30                                   | 62        |
| 4.2.2     | ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group                    | 63        |
|           | 4.2.2.1 Low Risk Group + Minimum-Variance Portfolio                    | 63        |
|           | 4.2.2.2 Low Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio                | 65        |
|           | 4.2.2.3 Low Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio             | 66        |
| 4.2.3     | ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล High Return / Risk Group          | 68        |
|           | 4.2.3.1 High Return/Risk Group + Minimum-Variance Portfolio            | 68        |
|           | 4.2.3.2 High Return/Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio        | 69        |
|           | 4.2.3.3 High Return/Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio     | 70        |
| 4.2.4     | ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล High Return Group                 | 72        |

|                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.4.1 High Return Group + Minimum-Variance Portfolio                                                                           | 72         |
| 4.2.4.2 High Return Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio                                                                       | 73         |
| 4.2.4.3 High Return Group + Maximum-Expected-Return Portfolio                                                                    | 75         |
| <b>5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>                                                                                            | <b>77</b>  |
| 5.1 การจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีน                                                                            | 77         |
| 5.2 ผลลัพธ์จากการจัดพอร์ตโฟลิโอสำหรับสกุลเงินดิจิทัล                                                                             | 78         |
| 5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย                                                                                                       | 80         |
| <b>บรรณานุกรม</b>                                                                                                                | <b>81</b>  |
| ภาคผนวก ก รายละเอียดการจัดพอร์ตโฟลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group<br>ณ ไตรมาส 4/2563 – 3/2564                               | 83         |
| ภาคผนวก ข รายละเอียดการจัดพอร์ตโฟลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล High Risk / Return Group<br>ณ ไตรมาส 4/2563 – 3/2564                     | 92         |
| ภาคผนวก ค รายละเอียดการจัดพอร์ตโฟลิโอจากกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล High Return Group<br>ณ ไตรมาส 4/2563 – 3/2564                       | 101        |
| ภาคผนวก ง สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 4/2563 เรียงลำดับตาม<br>มูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) | 110        |
| ภาคผนวก จ สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 1/2564 เรียงลำดับตาม<br>มูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) | 111        |
| ภาคผนวก ฉ สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 2/2564 เรียงลำดับตาม<br>มูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) | 112        |
| ภาคผนวก ช สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 3/2564 เรียงลำดับตาม<br>มูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) | 113        |
| <b>ประวัติผู้วิจัย</b>                                                                                                           | <b>114</b> |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่      |                                                                         | หน้า |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1  | ลักษณะผู้ลงทุนในการเสนอขาย Bitcoin                                      | 29   |
| ตารางที่ 2.2  | ลักษณะผู้ลงทุนในการเสนอซื้อ Bitcoin                                     | 29   |
| ตารางที่ 3.1  | การพิจารณาความเสี่ยงจากค่าเบต้า                                         | 35   |
| ตารางที่ 3.2  | เกณฑ์การพิจารณาประเภทสกุลเงินดิจิทัลสำหรับการลงทุน                      | 38   |
| ตารางที่ 3.3  | รูปแบบการกระจายการลงทุนตามขนาดสกุลเงินดิจิทัล                           | 42   |
| ตารางที่ 4.1  | ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 4/2563                                        | 45   |
| ตารางที่ 4.2  | ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563                | 48   |
| ตารางที่ 4.3  | ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 1/2564                                        | 49   |
| ตารางที่ 4.4  | ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564                | 51   |
| ตารางที่ 4.5  | ผลการจัดกลุ่มไตรมาสที่ 2/2564                                           | 52   |
| ตารางที่ 4.6  | ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564                | 55   |
| ตารางที่ 4.7  | ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 3/2564                                        | 56   |
| ตารางที่ 4.8  | ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564                | 59   |
| ตารางที่ 4.9  | สรุปวิธีการทั้งหมดในการจัดพอร์ตโฟลิโอ                                   | 61   |
| ตารางที่ 4.10 | ผลการดำเนินงานจาก CCI30 ตั้งแต่ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564                | 63   |
| ตารางที่ 4.11 | ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Minimum-Variance Portfolio           | 64   |
| ตารางที่ 4.12 | ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio       | 65   |
| ตารางที่ 4.13 | ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio    | 66   |
| ตารางที่ 4.14 | ผลการดำเนินงานจาก High Return / Risk Group + Minimum Variance Portfolio | 68   |

|               |                                                                                 |    |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตารางที่ 4.15 | ผลการดำเนินงานจาก High Return/Risk Group<br>+ Maximum-Sharpe Ratio Portfolio    | 69 |
| ตารางที่ 4.16 | ผลการดำเนินงานจาก High Return/Risk Group<br>+ Maximum-Expected-Return Portfolio | 71 |
| ตารางที่ 4.17 | ผลการดำเนินงานจาก High Return Group + Minimum Variance Portfolio                | 72 |
| ตารางที่ 4.18 | ผลการดำเนินงานจาก High Return Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio            | 74 |
| ตารางที่ 4.19 | ผลการดำเนินงานจาก High Return Group<br>+ Maximum-Expected-Return Portfolio      | 75 |
| ตารางที่ 5.1  | ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลในแต่ละไตรมาส                                       | 78 |
| ตารางที่ 5.2  | ผลการจัดพอร์ตพอลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล                                           | 79 |

## สารบัญรูปภาพ

| รูปภาพที่  |                                                                              | หน้า |
|------------|------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 2.1 | การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-Means Clustering                                 | 7    |
| ภาพที่ 2.2 | การพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method                              | 9    |
| ภาพที่ 2.3 | ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง                      | 10   |
| ภาพที่ 2.4 | การกระจายตัวแบบ Normal Distribution                                          | 16   |
| ภาพที่ 2.5 | ตัวอย่างที่ 1 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา                        | 27   |
| ภาพที่ 2.6 | ตัวอย่างที่ 2 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา                        | 27   |
| ภาพที่ 2.7 | เปรียบเทียบผลการดำเนินงานของ 60/40 พอร์ตโฟลิโอกับ Trinity Portfolio          | 30   |
| ภาพที่ 3.1 | ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย                                                   | 32   |
| ภาพที่ 3.2 | ตัวอย่างข้อมูล ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด และ ราคาปิด ของสกุลเงินดิจิทัล | 33   |
| ภาพที่ 3.3 | ตัวอย่างที่ 1 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา                        | 37   |
| ภาพที่ 3.4 | ตัวอย่างที่ 2 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา                        | 37   |
| ภาพที่ 3.5 | การพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method                              | 38   |
| ภาพที่ 4.1 | ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 4/2563                    | 45   |
| ภาพที่ 4.2 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563                                 | 46   |
| ภาพที่ 4.3 | ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 1/2564                    | 48   |
| ภาพที่ 4.4 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 (1)                             | 50   |
| ภาพที่ 4.5 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 (2)                             | 50   |
| ภาพที่ 4.6 | ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 2/2564                    | 52   |
| ภาพที่ 4.7 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 (1)                             | 54   |

|             |                                                           |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 4.8  | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 (2)          | 54 |
| ภาพที่ 4.9  | ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 3/2564 | 56 |
| ภาพที่ 4.10 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 (1)          | 58 |
| ภาพที่ 4.11 | รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 (2)          | 58 |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

สกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrency) คำศัพท์นี้เกิดจากการผสมคำระหว่าง “Currency” ซึ่งแปลว่าเงินตรา หรือสกุลเงิน และ “Cryptography” วิทยาการการเข้ารหัส เมื่อรวมความหมายกันจะหมายถึง สกุลเงินดิจิทัลที่ทำการเข้ารหัสไว้ โดยถือว่าเป็นเงินอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Money) สามารถนำมาใช้ในการชำระค่าสินค้าและบริการทางออนไลน์ได้ ในปัจจุบันบริษัทเอกชนหลายรายได้ออกสกุลเงินดิจิทัลของตนเอง เช่น Bitcoin Ethereum หรือ Binance Coin เป็นต้น สามารถนำมาใช้ซื้อขายได้เฉพาะสินค้าหรือบริการที่บริษัทจัดหาให้เท่านั้น บางสกุลเงินดิจิทัลสามารถนำไปซื้อขายกันได้ในกระดานซื้อขายแลกเปลี่ยน (Cryptocurrency Exchange) หรือ บางสกุลเงินดิจิทัลก็สร้างขึ้นมาก็เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการกู้ยืมเงิน การลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลนั้นจะอยู่ภายใต้การควบคุมของแต่ละประเทศที่จะออกกฎหมายมาเพื่อรองรับและสนับสนุนเท่านั้น

สกุลเงินดิจิทัลทำงานภายใต้เทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กระจายอำนาจไปยังคอมพิวเตอร์หลายเครื่องให้ช่วยจัดการและบันทึกธุรกรรมโดยปราศจาก “มนุษย์” เข้ามาเกี่ยวข้องจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยสูง เพราะคอมพิวเตอร์จะทำงานตามโปรแกรมเท่านั้น สามารถระบุความเป็นเจ้าของได้อย่างเฉพาะเจาะจง การเข้ารหัสและการกระจายศูนย์กลาง ทำให้มีความปลอดภัยโดยที่คนร้ายไม่สามารถเข้ามาขโมยสกุลเงินดิจิทัล ไปจากเจ้าของได้หากไม่ถูกหลอกให้เปิดเผยรหัสผ่าน หรือนำสกุลเงินดิจิทัลไปลงทุนในกิจการที่ขาดความน่าเชื่อถือ

สกุลเงินดั้งเดิมของแต่ละประเทศเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบเงินอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไปอยู่ในบัตรเครดิต กระเป๋าเงิน PromptPay หรือ สกุลเงินดิจิทัลที่ออกโดยธนาคารกลาง (Central Bank Digital Currency : CBDC) เป็นต้น ในปัจจุบันการซื้อขายสินค้านานาชาติระหว่างประเทศ จะมีความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน ทำให้มีความเสี่ยงจากอัตราแลกเปลี่ยนได้ แต่หากนำเอาสกุลเงินดิจิทัลไปใช้งาน ไม่ว่าจะสถานที่แห่งใดในโลก ก็จะสามารถใช้สกุลเงินดิจิทัล ได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องแลกเปลี่ยนเป็นสกุลเงินอื่น ไม่ต้องกังวลเรื่องความเสี่ยงจากอัตราแลกเปลี่ยนแต่อย่างใด

ในปัจจุบันกิจกรรมการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2563 จากการเข้ามาลงทุนของนักลงทุนรายย่อย นักลงทุนรายใหญ่ รวมถึงสถาบันการลงทุนชั้นนำจากทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องจากอัตราผลตอบแทนที่น่าดึงดูดพร้อมกับความเชื่อว่าสกุลเงินดิจิทัลจะเป็นสินทรัพย์ที่มีบทบาทสำคัญใน

อนาคต และนักลงทุนสามารถทำธุรกรรมการลงทุนได้สะดวกและรวดเร็วผ่านแพลตฟอร์มซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrencies Platform Exchange) อย่างไรก็ตามผลตอบแทนที่สูงย่อมมาพร้อมกับความเสี่ยงที่สูงเสมอ (High Risk High Return) หากนักลงทุนไม่มีข้อมูล หรือความรอบรู้มากพอก็อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อการลงทุนมหาศาลได้เช่นกัน อ้างอิงข้อมูลจากเว็บไซต์ CoinMarketCap.com ซึ่งเป็นเว็บไซต์วิจัยตลาดสกุลเงินดิจิทัล ระบุว่า มีการซื้อสกุลเงินดิจิทัลมากกว่า 15,000 สกุล (ที่ไม่เปิดเผยยังมีอีกมาก) และยังคงมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด (Market Capitalization) ของตลาดสกุลเงินดิจิทัล ณ ต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ในปัจจุบัน มีมากกว่า 2.6 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ

การคัดเลือกสกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrencies Selection) เป็นสิ่งที่นักลงทุนต้องพิจารณาทำเป็นลำดับแรกๆ ก่อนการตัดสินใจลงทุน เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลแต่ละตัวนั้นมีความหลากหลายทางพฤติกรรมราคา และปัจจัยพื้นฐานที่แตกต่างกัน ตลาดสกุลเงินดิจิทัลเพิ่งได้รับความสนใจจากนักลงทุนในช่วง 6-7 ปีที่ผ่านมา ทำให้การวิเคราะห์เพื่อหามูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) จากสกุลเงินดิจิทัลต่างๆ ค่อนข้างทำได้ยากและไม่มีวิธีการที่ชัดเจนในการประเมินมูลค่า งานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงแนวทางในการคัดเลือกสกุลเงินดิจิทัล โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมจัดกลุ่มประเภทการเรียนรู้แบบที่ไม่มีผู้สอน (Unsupervised Machine Learning) เพื่อหาคุณลักษณะสำหรับสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มต่างๆ โดยพิจารณาจากข้อมูลราคาย้อนหลัง (Historical Price Data) เพื่อให้ให้นักลงทุนทราบถึงคุณลักษณะของสกุลเงินดิจิทัลต่างๆ และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุนให้สอดคล้องกับเป้าหมายของนักลงทุน

แนวคิดของการกระจายการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยง (Risk Diversification) ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับตลาดสกุลเงินดิจิทัลมากขึ้นในหมู่นักลงทุน โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความเสี่ยงโดยรวมของพอร์ตโฟลิโอ จากการกระจายการลงทุนในสินทรัพย์หลายประเภทที่มีความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนในทิศทางตรงกันข้ามกันซึ่งจะช่วยปกป้องมูลค่าการลงทุนให้นักลงทุนได้ โดยเป็นกระบวนการของการสร้างพอร์ตโฟลิโอที่เหมาะสมที่สุด (Portfolio Optimization) จากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ สามารถนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงก่อนการตัดสินใจลงทุน โดยพิจารณาถึงเป้าหมายทางการเงิน และการยอมรับความเสี่ยงของนักลงทุน โดยการจัดพอร์ตโฟลิโอที่สามารถสร้างผลตอบแทนที่คาดหวังได้สูงที่สุดหรือมีความเสี่ยงต่ำที่สุด ภายในขอบเขตของตัวแปรเหล่านี้ เพื่อระบุสัดส่วนการลงทุนของสกุลเงินดิจิทัลหลายๆ ตัวในพอร์ตโฟลิโอ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงจะทำการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลและนำผลที่ได้มาจัดพอร์ตโฟลิโอโดยใช้แนวคิดการจัดพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลและจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

สกุลเงินดิจิทัลที่ถูกคำนวณอยู่ใน CRYPTOCURRENCIES INDEX 30 (CCI30) ซึ่งเป็นดัชนีสำหรับสกุลเงินดิจิทัล 30 อันดับแรก จัดลำดับตามมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด (Market Capitalization) สำหรับช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลคือ ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2563 ถึง 1 ตุลาคม 2564 เก็บข้อมูลรายวันของราคาเปิด ราคาต่ำสุด ราคาสูงสุด และราคาปิดเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการวิจัย โดยมาจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) พอร์ตโฟลิโอความแปรปรวนต่ำที่สุด (2) พอร์ตโฟลิโอค่าอัตราส่วนชาร์ปสูงที่สุด (3) พอร์ตโฟลิโอผลตอบแทนที่คาดหวังสูงที่สุด ซึ่งจะมีการจัดพอร์ตโฟลิโอใหม่ทุกๆ ไตรมาส หรือ ทุกวันที่ 1 ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2563 มกราคม 2564 เมษายน 2564 และ กรกฎาคม 2564 ในแต่ละไตรมาสจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือน เป็นข้อมูลสำหรับการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน และคำนวณสัดส่วนการลงทุนในพอร์ตโฟลิโอสำหรับไตรมาสปัจจุบัน

## 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยมีข้อตกลงเบื้องต้นกำหนด คือ เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลที่สามารถซื้อขายได้นั้น จะมีอยู่หลากหลายประเภทไม่ว่าจะเป็น เงินตราดิจิทัล (Cryptocurrency) โทเคนดิจิทัล (Crypto Commodity) หรือ เหรียญดิจิทัล (Crypto Token) ซึ่งโดยปกติทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวจะถูกเรียกโดยรวมว่าเป็น สกุลเงินดิจิทัล โดยแต่ละสกุลเงินดิจิทัลแต่ละประเภทยังจะมี พฤติกรรมราคา ปัจจัยพื้นฐาน และกลไกการทำงานที่แตกต่างกัน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ดังนั้นจะไม่ได้มีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยพื้นฐานลงลึกสำหรับสกุลเงินดิจิทัลทุกประเภท หรือ วิเคราะห์ตามประเภทของเหรียญต่างๆ ดังนั้นการแปรความผลลัพธ์ จะมาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลราคาย้อนหลัง (Historical Price Data) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

## 1.5 คำนิยามศัพท์

**โภคภัณฑ์ดิจิทัล (Crypto Commodity)** หรือ สินทรัพย์ที่เป็นทรัพยากรดิบ เป็นคำทั่วไปที่ใช้เพื่ออธิบายถึงสินทรัพย์ที่ซื้อขายได้หรือแลกเปลี่ยนได้ ซึ่งอาจเป็นตัวแทนของสินค้าสาธารณูปโภคหรือสัญญาในโลกแห่งความจริงหรือเสมือนผ่านโทเคนพิเศษบนบล็อกเชน

**เหรียญดิจิทัล (Crypto Token)** หรือ สินทรัพย์ที่เป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการดิจิทัล หมายถึง หน่วยข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นเพื่อกำหนดสิทธิของบุคคลในการร่วมลงทุน (Investment Token) หรือสิทธิในการได้มาซึ่งสินค้าและบริการหรือสิทธิอื่นๆ (Utility Token) ตามที่ได้ตกลงกับผู้ออกโทเคน ซึ่งอาจเสนอขายโทเคนผ่านกระบวนการ Initial Coin Offering (ICO)

**สแตเบิลคอยน์ (Stablecoin)** คือ เหรียญคริปโทเคอร์เรนซีประเภทหนึ่งที่มีมูลค่าค่อนข้างคงที่ ราคาไม่ผันผวนขึ้นลงเหมือนคริปโทเคอร์เรนซีจำพวก บิตคอยน์ หรือ อีเธอเรียม เพราะมีการอ้างอิงราคากับสกุลเงิน “เฟียต” ตั้งเดิมอยู่ตลอดเวลา ไม่ได้ปล่อยให้ราคาลอยตัวขึ้นลงตามภาวะตลาด เช่น USDT (Tether) USDC (USD Coin) หรือ BUSD (Binance USD) เป็นต้น ซึ่งแต่ละเหรียญต่างก็ตรึงมูลค่าของตนเองไว้ที่ 1 ดอลลาร์สหรัฐ แต่ก็มียางเหรียญที่ตรึงมูลค่าไว้กับสินทรัพย์ประเภทอื่น เช่น XAUT (Tether Gold) ที่ตรึงราคาไว้กับมูลค่าทองคำ 1 ออนซ์ เป็นต้น

**การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis)** เป็นเทคนิคการแบ่งกลุ่มหน่วยข้อมูล หรือ เป็นการแบ่งคน สัตว์ สิ่งของ องค์กร ฯลฯ ออกเป็นกลุ่มย่อยอย่างน้อย 2 กลุ่ม โดยมีหลักเกณฑ์ในการแบ่ง คือ ให้นิยามที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจต่างกัน

**กลุ่มหลักทรัพย์ (Portfolio)** คือ การลงทุนในหลักทรัพย์มากกว่า 1 หลักทรัพย์ขึ้นไป โดยนักลงทุนอาจตัดสินใจเลือกลงทุนในหลักทรัพย์ต่างบริษัท ต่างอุตสาหกรรม หรือต่างประเภทกันก็ได้ เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนที่ดีที่สุด และกระจายการลงทุนไม่ให้กระจุกตัวอยู่ในหลักทรัพย์ใดหลักทรัพย์หนึ่งมากเกินไป

**ผลตอบแทนที่คาดหวัง (Expected Return)** คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต จากการลงทุนในสินทรัพย์ทางการเงิน

**ความผันผวน (Volatility)** คือ ความผันผวนของอัตราผลตอบแทนหรือความไม่แน่นอน ของอัตราผลตอบแทน วัดค่าด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และ ความแปรปรวน (Variance)

**ความเสี่ยง (Risk)** คือ ความไม่แน่นอนที่ทำให้ไม่ได้รับผลตอบแทนตามที่คาดหวังไว้ โดยการลงทุนใดที่มีความไม่แน่นอนของผลตอบแทนสูง ย่อมมีความเสี่ยงสูงตาม

**การจัดสรรสินทรัพย์ (Asset Allocation)** คือ การจัดสรรเงินทุน สำหรับการลงทุนในประเภทสินทรัพย์ที่แตกต่างกันหลายชนิด เพื่อกระจายความเสี่ยง โดยนักลงทุนต้องคำนึงถึงปัจจัยพื้นฐานที่จะส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวของราคาสินทรัพย์ ไม่ว่าจะเป็นสภาวะเศรษฐกิจ นโยบายของภาครัฐ และผลกระทบทางกฎหมาย ยิ่งแต่ละทรัพย์สินที่เลือกลงทุนมีปัจจัยสอดคล้องกันน้อยเท่าไร ก็จะสามารถสร้างสมดุลในพอร์ตลงทุนได้เท่านั้นตามแนวคิดแบบ MPT

**การกระจายสินทรัพย์ (Asset Diversification)** หมายถึง การกระจายทุนภายในสินทรัพย์ชนิดเดียว เพื่อลดความเสี่ยงอีกชั้นหนึ่ง เพื่อไม่ทำให้ตัวนักลงทุนขาดทุนอย่างหนักจากการลงทุนอย่างใดอย่างหนึ่งมากเกินไป กลยุทธ์นี้สามารถปรับใช้ได้กับนักลงทุนทุกรูปแบบ ไม่ใช่เพียงแค่การลงทุนในกองทุนหรือหุ้นเท่านั้น

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารการลงทุนสำหรับสกุลเงินดิจิทัล
2. เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการจัดพอร์ตโฟลิโอเพื่อกระจายความเสี่ยงและเป็นทางเลือกให้นักลงทุนในการจัดพอร์ตโฟลิโอตามความเสี่ยงที่ยอมรับได้
3. เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อยอดกับแนวทางการลงทุน และการบริหารจัดการความเสี่ยงทางการเงินให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อสถาบันการเงิน บริษัทจัดการกองทุน และนักลงทุน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 ของการศึกษาวิจัย “การจัดกลุ่มและบริหารพอร์ตโฟลิโอด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับสกุลเงินดิจิทัล” นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ประกอบการศึกษาวิจัย แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ส่วนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนและความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ ส่วนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารกลุ่มหลักทรัพย์ ส่วนที่ 4 มาตรการวัดความเสี่ยงในการลงทุน และส่วนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

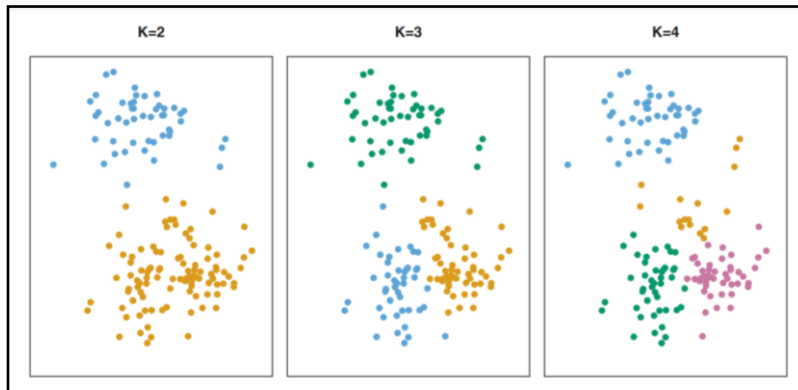
#### 2.1 วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster Analysis)

การจัดกลุ่ม (Clustering) หมายถึง วิธีการค้นหากลุ่มย่อย ของชุดข้อมูล โดยจะพยายามแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่างๆ เพื่อที่จะพิจารณาลักษณะที่คล้ายคลึงกันของข้อมูลที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน รวมถึงการพิจารณากลุ่มอื่นๆ ที่ถูกจัดกลุ่มออกมา ว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร การแปรผลให้ออกมาเป็นรูปธรรมนั้น จะต้องมีการนิยามความหมายของกลุ่มข้อมูลให้ชัดเจนว่า มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งการนิยามความหมายของข้อมูล มักจะอยู่ในขอบเขตของความรู้ของข้อมูลที่ทำการศึกษา โดยปัญหาลักษณะดังกล่าว จะเป็นรูปแบบของการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) กล่าวคือ จะทำการจัดกลุ่มข้อมูลที่ไม่เคยมีการจัดกลุ่มมาก่อนหน้า แต่จะจัดกลุ่มข้อมูลโดยพิจารณาจากลักษณะที่คล้ายกันของข้อมูล โดยจะนำข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันมาอยู่กลุ่มเดียวกัน ส่วนข้อมูลที่มีลักษณะต่างออกไปก็ให้ไปอยู่อีกกลุ่มหนึ่ง

##### 2.1.1 การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering)

การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-means clustering) เป็นหนึ่งวิธีการการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ในชุดข้อมูลที่มีอยู่โดยการจัดกลุ่มข้อมูล เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้อยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากมีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และเข้าใจได้ง่าย วิธีการนี้สามารถจัดกลุ่มออกมาได้ตามการกำหนดจำนวน  $k$  กลุ่ม โดยที่แต่ละกลุ่มที่ถูกจัดออกมานั้นจะไม่มีทับซ้อนกัน (Non-Overlapping Clusters) ในการที่จะจัดกลุ่มแบบเคมีน นั้นจะระบุจำนวนกลุ่มที่ต้องการจัด  $k$  กลุ่ม จากนั้นอัลกอริทึมของเคมีน จะทำการจัดกลุ่มข้อมูลให้ไปอยู่ในกลุ่มใด

กลุ่มหนึ่งอย่างแน่นอน สำหรับตัวแปรที่ใช้ในการจัดกลุ่มแบบเคมีน จะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือเป็น สเกล  
 อันตรภาค (Interval Scale) หรือ สเกลอัตราส่วน (Ratio Scale) โดยไม่สามารถใช้กับข้อมูลที่อยู่ในรูปความถี่  
 หรือ Binary ได้ สำหรับขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนแสดงได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-Means Clustering

$$\underset{C_1, \dots, C_k}{\text{minimize}} \left\{ \sum_{k=1}^K W(C_k) \right\} \quad (2.1)$$

จากสมการที่ 2.1 หากต้องจัดกลุ่มข้อมูลจากค่าสังเกตออกเป็นจำนวน  $k$  กลุ่ม จะอยู่ในรูปแบบของ  
 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ในการหา  $W(C_k)$  หรือ Within-Cluster Variation ของแต่ละกลุ่ม  
 ที่น้อยที่สุด เพื่อที่จะหา Total Within-Cluster ที่น้อยที่สุดเช่นกัน โดยรูปแบบการคำนวณระยะห่างของข้อมูล  
 สำหรับ Within-Cluster Variation ซึ่งวิธีการวัดความห่างสามารถวัดได้หลายวิธี สำหรับวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้มาก  
 ที่สุดคือ ระยะห่างเชิงยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean Distance) คือ ผลรวมของผลต่างยกกำลังสอง  
 ของทุกตัวแปร สามารถนิยามได้ดังสมการที่ 2.2

$$W(C_k) = \frac{1}{|C_k|} \sum_{i, i' \in C_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \quad (2.2)$$

$|C_k|$  หมายถึงจำนวนของข้อมูลในกลุ่มที่  $k^{th}$  กล่าวอีกนัยหนึ่ง Within-Cluster Variation ในกลุ่มที่  
 $k^{th}$  คือ ผลรวมของผลต่างยกกำลังสองของทุกคู่ระหว่างข้อมูลในกลุ่มที่  $k^{th}$  หารด้วย จำนวนของข้อมูลในกลุ่มที่

$k^{th}$  และเมื่อรวมสมการที่ 2.1 และ 2.2 เข้าด้วยกัน จะสามารถสร้างเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Problem) สำหรับการจัดกลุ่มแบบเคมีน แสดงได้ดังสมการที่ 2.3

$$\underset{C_1, \dots, C_k}{\text{minimize}} \left\{ \sum_{k=1}^K \frac{1}{|C_k|} \sum_{i, i' \in C_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \right\} \quad (2.3)$$

อัลกอริทึมที่จะแก้ปัญหามาจากสมการที่ 2.3 คือวิธีการที่จะแบ่งกลุ่มค่าสังเกตทั้งหมดออกเป็นจำนวน  $k$  กลุ่ม โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์สามารถหาค่าที่น้อยที่สุดออกมาได้ อันที่จริงแล้วปัญหารูปแบบนี้ การหาคำตอบได้อย่างแม่นยำนั้นค่อนข้างจะทำได้ยาก เนื่องจากมีกว่า  $k(n)$  วิธี ในการจัดกลุ่มค่าสังเกต  $n$  ออกเป็นกลุ่มที่  $K$  ต่างๆ จะเป็นตัวเลขที่มีจำนวนมากตามข้อมูลและจำนวนกลุ่มที่มากขึ้น เว้นแต่ว่า ค่า  $K$  และ  $n$  จะมีจำนวนน้อย สำหรับอัลกอริทึมจะเป็นรูปแบบการทำงานในรูปแบบการหาคำตอบ Local Optimization โดยแนวทางการหาคำตอบของปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแบ่งกลุ่มเคมีน (K-means Optimization Problem) แสดงได้ดังอัลกอริทึมที่ 2.1

---

#### Algorithm 2.1 K-Means Clustering

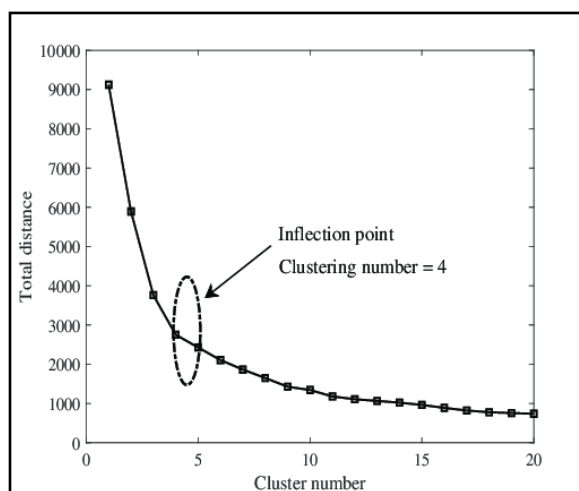
---

1. จะทำการสุ่มจุดที่  $1, 2, \dots, n$  ตามจำนวนข้อมูลที่มี เป็นการกำหนดกลุ่มเริ่มต้นให้กับค่าสังเกตทั้งหมด
  2. มีการทำงานหลายๆรอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะทำการรวมชุดข้อมูลที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ให้ไปอยู่ในกลุ่มเดียวกัน การพิจารณาว่าข้อมูลใดที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน จะใช้การวัดระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) จากค่าของข้อมูลกับค่ากลางของกลุ่ม (Centroids) พิจารณานำข้อมูลนั้นจัดไว้ในกลุ่มที่ได้ระยะห่างนี้น้อยที่สุด ก็เอาเข้ากลุ่มนั้นแล้วทำการคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ โดยจะทำแบบนี้จนกระทั่งครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ หรือ จนกว่าการจัดกลุ่มจะไม่มีเปลี่ยนแปลง (ได้จุดศูนย์กลางที่ทุกจุดไม่สามารถยับได้แล้ว) สุดท้ายจะได้การจัดกลุ่มตามจำนวนค่า  $k$  โดยในขั้นตอนการพิจารณาว่าข้อมูลควรจะมี  $k$  กลุ่ม
- 

เนื่องจากอัลกอริทึมของการจัดกลุ่มแบบเคมีนจะเป็นการค้นหาในรูปแบบของ Local Optimization มากกว่า Global Optimization ดังนั้นผลการจัดกลุ่มที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับกำหนัดกลุ่มเริ่มต้นให้กับค่าสังเกตทั้งหมด ในขั้นตอนที่ 1 ของอัลกอริทึมที่ 2.1 ด้วยเหตุผลนี้การรันอัลกอริทึมหลายๆ ครั้ง จากการกำหนดค่าเริ่มต้นการสุ่มที่แตกต่างกันจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อค้นหาค่า Total Within Cluster ที่ต่ำที่สุดหมายถึงการจัดกลุ่มที่ดีที่สุด

## 2.1.2 การกำหนดจำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method

การกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดเป็นปัญหาพื้นฐานของการจัดกลุ่ม เนื่องจากวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีน เป็นเทคนิคแบบ Unsupervised Learning ซึ่งจะไม่มีความรู้ว่าจะต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นกี่กลุ่มจึงจะเหมาะสมที่สุด หรือ เป็นการสุ่มจำนวนกลุ่มและทดลองเพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธี Elbow Method ซึ่งจะเป็นการจัดกลุ่มหลายๆ ครั้ง โดยเปลี่ยนค่าจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด วิธีดังกล่าวเป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของผลรวมระยะห่างระหว่าง Object กับ Centroid หรือ Within-Cluster-Sum-of-Squares (WCSS) ซึ่งในการจัดกลุ่มแต่ละครั้งค่านี้จะลดลงไปเรื่อยๆ ตามจำนวนกลุ่มที่เยอะขึ้น เนื่องจากข้อมูลในแต่ละกลุ่มนั้นจะลดลงไปเรื่อยๆ ดังนั้นค่า Sum of Squared Error (SSE) จะทำให้เกิดความโค้งที่เรียบขึ้นเรื่อยๆ โดยจุดที่เหมาะสมของจำนวนคลัสเตอร์ คือจุดที่กราฟมีลักษณะ “หักศอก” ที่สุด ดังนั้นจากค่านวนหาจำนวนคลัสเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด จึงสามารถหาได้จากระยะทางที่ไกลที่สุด นับจากเส้นตรงระหว่างสองจุดกับเส้นโค้ง



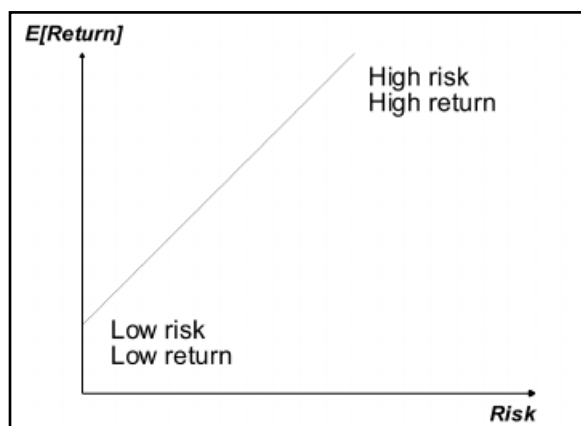
ภาพที่ 2.2 การพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method

ที่มา [https://www.researchgate.net/figure/The-elbow-method-of-k-means\\_fig3\\_339823520](https://www.researchgate.net/figure/The-elbow-method-of-k-means_fig3_339823520)

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนและความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์

### 2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง

ระดับผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง(ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากการลงทุนในหลักทรัพย์หรือสินทรัพย์ใดๆนั้น จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ หากผู้ลงทุนต้องการอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่สูงขึ้น ระดับความเสี่ยงที่ผู้ลงทุนพึงแบกรับจากการลงทุนนั้นจะสูงขึ้นด้วยเสมอ โดยทั้งหมดนี้จะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าผู้ลงทุนแต่ละรายเป็นผู้ที่ไม่ชอบความเสี่ยง หรือหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk Averse) หากมีการลงทุนย่อมต้องการส่วนชดเชยความเสี่ยงที่มากขึ้น จึงเป็นเหตุผลทำให้ระดับอัตราผลตอบแทนที่ต้องการสูงขึ้น อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง จึงมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยง

ที่มา : [https://www.researchgate.net/figure/Risk-Return-tradeoff\\_fig3\\_265239544](https://www.researchgate.net/figure/Risk-Return-tradeoff_fig3_265239544)

### 2.2.2 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์

ถึงแม้ว่าการคำนวณเพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุนจะมีมากมายหลายวิธี แต่ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการคำนวณหาผลตอบแทนที่คาดหวัง (Expected Rate of Return) ของหลักทรัพย์และกลุ่มหลักทรัพย์ซึ่งเป็นพื้นฐานของทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย แฮร์รี มาร์โควิตซ์ เท่านั้น

### 2.2.2.1 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์เดี่ยว

แฮร์รี มาร์โควิตซ์ ได้แสดงให้เห็นว่า ในการตัดสินใจลงทุนในหลักทรัพย์ หรือกลุ่มหลักทรัพย์ใดๆ นักลงทุนไม่มีทางทราบได้ถึงผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้เลย ทำให้เกิดความไม่แน่ใจในผลตอบแทนที่พึงจะได้รับ (Potential Returns) ดังนั้นผู้ลงทุนจึงต้องทำการคาดการณ์หาผลตอบแทนที่พึงได้รับภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ไว้ล่วงหน้า โดยพิจารณาถึงโอกาส หรือ ความเป็นไปได้ (Probability) ของการเกิดผลตอบแทนในแต่ละสถานการณ์ ด้วยว่า มีค่าเป็นไปได้น้อยมากน้อยเพียงใด หลังจากนั้นจึงนำอัตราผลตอบแทนที่ได้รับภายใต้สถานการณ์ต่างๆ มาเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความเป็นไปได้นั้นๆ ก็จะได้อัตราผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวังนั่นเอง โดยสามารถนำมาเขียนเป็นสมการเพื่อคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของการลงทุนได้ดังสมการที่ 2.4

$$E(R) = \sum_{i=1}^n p_i R_i \quad (2.4)$$

โดยที่

$E(R)$  = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์ใดหลักทรัพย์หนึ่ง

$R_i$  = อัตราผลตอบแทนที่พึงได้รับจริงตามเหตุการณ์ที่  $i$

$p_i$  = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลตอบแทนในสถานการณ์ที่  $i$  โดยมีเหตุการณ์ทั้งสิ้น  $n$  เหตุการณ์ โดยผลรวมของ  $p_i = 1$  เสมอ และ  $p_i$  ใดๆ มีค่าระหว่าง  $0 - 1$

แต่ในความเป็นจริง การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังด้วยวิธีดังกล่าว เป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก เพราะไม่มีผู้ใดสามารถคาดการณ์อนาคตได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่ว่า อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังน่าจะเป็นตัวแทน (Representative) ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีต โดยมีการนำเอาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยในอดีต (Average Historical Returns) มาในการพยากรณ์หาอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง

โดยแนวคิดการใช้อัตราผลตอบแทนในอดีต มาเป็นตัวแทนของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังในอนาคต ถึงแม้จะได้รับความนิยม แต่ยังคงมีข้อบกพร่อง เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตไม่ได้เป็นสิ่งที่รับประกันว่าจะเกิดขึ้นอีกครั้งในอนาคต อัตราผลตอบแทนในอดีตจะไม่สามารถนำมาใช้เพื่อสะท้อนอนาคตได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยในอดีต จึงควรเป็นแค่จุดอ้างอิงเริ่มต้นสำหรับการประเมินของนักลงทุนเท่านั้น นักลงทุนจะต้องมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมว่าผลตอบแทนในอดีตควรจะต้องปรับขึ้นหรือปรับลงเพื่อให้สะท้อนมูลค่าปัจจุบันให้มากที่สุด

### 2.2.2.2 การคำนวณอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์

สำหรับการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์ เป็นการคำนวณอัตราผลตอบแทนจากหลักทรัพย์จำนวนมากกว่า 1 หลักทรัพย์ขึ้นไป ประกอบกันเป็นกลุ่มหลักทรัพย์ โดยอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์สามารถคำนวณได้จาก ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์เดี่ยวแต่ละตัว ที่ประกอบเป็นกลุ่มหลักทรัพย์ โดยที่อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์เดี่ยวจะถูกถ่วงน้ำหนักโดยใช้สัดส่วนของเงินลงทุนในหลักทรัพย์นั้นเทียบกับเงินลงทุนทั้งหมดของผู้ลงทุน โดยสามารถคำนวณอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์ได้ แสดงได้ดังสมการที่ 2.5

$$E(R_p) = \sum_{A=1}^n W_A E(R_A) \quad (2.5)$$

โดยที่

$E(R_p)$  = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์

$W_A$  = สัดส่วนของเงินลงทุนในหลักทรัพย์  $A$  เมื่อกับมูลค่าเงินลงทุนทั้งหมดในกลุ่มหลักทรัพย์ โดยผลรวมของ  $W_A = 1$  เสมอ

$E(R_A)$  = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์  $A$

$n$  = จำนวนหลักทรัพย์ในกลุ่มหลักทรัพย์

การคำนวณอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของกลุ่มหลักทรัพย์ จะขึ้นอยู่กับสัดส่วนการลงทุนในแต่ละหลักทรัพย์ และ อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์แต่ละตัว ที่ประกอบขึ้นเป็นกลุ่มหลักทรัพย์นั้น โดยอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังจะมีค่าสูงขึ้น หากผู้ลงทุนจัดสรรเงินลงทุนในหลักทรัพย์ที่ให้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่า

นอกจากนี้หากพิจารณาการจัดสรรเงินลงทุนในหลักทรัพย์โดยยึดเพียงหลักการแสวงหาอัตราผลตอบแทนที่สูงที่สุด (Maximize the expected return criteria) แต่ไม่ได้นำเรื่องความเสี่ยงมาพิจารณาด้วยแล้ว ผลที่ได้คือนักลงทุนจะเลือกลงทุนในหลักทรัพย์ที่มีอัตราผลตอบแทนสูงที่สุด 100% ซึ่งคงไม่ถูกต้อง เพราะยังไม่มี การประเมิน ความเสี่ยงที่ถูกต้องของหลักทรัพย์

นอกจากนี้สมมติฐานที่นักลงทุนเป็นผู้ที่มีเหตุผล (Rational) ในการตัดสินใจลงทุน และ ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่พยายามหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk Aversion) ดังนั้นการตัดสินใจลงทุนใดๆ นักลงทุนควรพิจารณาถึงอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง พร้อมกับระดับความเสี่ยงที่ตนยอมรับได้ควบคู่ไปด้วยเสมอ

### 2.2.2.3 อัตราผลตอบแทนลอการิทึมของหลักทรัพย์

อัตราผลตอบแทนลอการิทึม (Logarithmic Return) เป็นหนึ่งในวิธีการคำนวณอัตราผลตอบแทน เป็นอัตราผลตอบแทนแบบทบต้นอย่างต่อเนื่อง โดยนำมาใช้กับข้อมูลประเภทอนุกรมเวลา ในงานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับตลาดสกุลเงินดิจิทัลซึ่งโดยทั่วไปจะมีการซื้อขายกันอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ราคาของสินทรัพย์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หรือเกิดความต่อเนื่องกันของราคาสินทรัพย์ การเลือกใช้การคำนวณอัตราผลตอบแทนลอการิทึม จะมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากมีคุณสมบัติต่อเนื่อง (Continuous) สามารถนำมาใช้ในการคำนวณผ่านช่วงเวลา และคำนวณกลับมาเป็นค่าจริงได้ อัตราผลตอบแทนที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาสามารถนำมาบวกหรือรวมกันได้ ผลรวมของอัตราผลตอบแทนลอการิทึม จะบอกผลการดำเนินงานได้จริงๆ สามารถแปลงกลับไปเป็น Simple Return แบบปกติได้ จะทำให้การคำนวณกำไรขาดทุนของสินทรัพย์จะไม่ผิดพลาด การคำนวณอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายวันแบบ อัตราผลตอบแทนลอการิทึม แสดงได้ดังสมการที่ 2.6

$$R = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \ln \left( \frac{P_{t+1}}{P_t} \right) \quad (2.6)$$

โดยที่

$R$  = อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายวัน

$P_{t+1}$  = ราคาหลักทรัพย์ ณ เวลา  $t + 1$

$P_t$  = ราคาหลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$

$T$  = จำนวนข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่สนใจ

### 2.2.3 แนวคิดเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุน

ความเสี่ยง (Risk) ถือเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการตัดสินใจลงทุน ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนใดๆ ก็ตาม หากได้รับผลตอบแทนย่อมมีความเสี่ยงเกิดขึ้นคู่กันเสมอไม่มากก็น้อย ทั้งนี้ในหลักการลงทุนสามารถนิยาม “ความเสี่ยง” คือ ความไม่แน่นอนทำให้ไม่ได้รับผลตอบแทนตามที่คาดหวังไว้ โดยการลงทุนใดที่มีความไม่แน่นอนของผลตอบแทนสูง ย่อมมีความเสี่ยงสูงตาม อย่างไรก็ตามเมื่อกล่าวถึงความเสี่ยง นักลงทุนส่วนใหญ่มักจะคิดถึงความเสี่ยงเฉพาะกรณีผลลัพธ์ไปในทิศทางลบเท่านั้น ทั้งที่ในความเป็นจริง ความอาจก่อให้เกิดทั้งผลลัพธ์ทางบวก และทางลบ โดยไม่ว่าอัตราผลตอบแทนที่ได้รับจะสูง หรือต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังมากน้อยเท่าใด ก็ถือว่าเป็นความเสี่ยงทั้งสิ้น สำหรับการจำแนกความเสี่ยงนั้นทำได้หลายลักษณะ ตามแนวคิดทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย แฮร์รี มาร์โควิตซ์ ได้จำแนกความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุนเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความเสี่ยงที่ไม่เป็นระบบ (Unsystematic Risk) หรือ ความเสี่ยงเฉพาะตัวของแต่ละหลักทรัพย์อันเกิดขึ้นจากปัจจัยภายในของบริษัท โดยอาจรวมถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้น เฉพาะในแต่ละกลุ่มธุรกิจ หรืออุตสาหกรรม
2. ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Systematic Risk) เป็นความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อทุกหลักทรัพย์ในตลาด เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอกซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงของระดับเงินเฟ้อ การเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยนโยบาย เป็นต้น ทั้งนี้หลักทรัพย์ของแต่ละบริษัทย่อมได้รับผลกระทบที่แตกต่างกัน โดยหลักทรัพย์ของบริษัทที่ได้รับผลกระทบมาก จะถือว่าเป็นหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงที่เป็นระบบสูง ในขณะที่หลักทรัพย์ของบริษัทที่ได้รับผลกระทบน้อย จะถือว่าเป็นหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงที่เป็นระบบต่ำ

#### 2.2.3.1 การวัดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุนของหลักทรัพย์เดี่ยว

ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในการลงทุน จึงได้มีการนำเอามาตรวัดความเสี่ยงตามวิธีการทางสถิติ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และความแปรปรวน (Variance) โดยมาตรวัดความเสี่ยงทั้งสองตัว เป็นการวัดการกระจายตัวของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง ซึ่งสะท้อนถึงโอกาสที่อัตราผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงจะไม่เป็นไปตามอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังไว้ หากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือความแปรปรวนยิ่งสูงขึ้นเท่าใด ก็จะแสดงถึงการกระจายตัวของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังสูงขึ้นเท่านั้น นั่นคือความเสี่ยงจากการลงทุนก็จะสูงตามไปด้วย ซึ่งสมการของความแปรปรวน ( $\sigma^2$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) แสดงได้ดังสมการที่ 2.7 และ 2.8

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n P_i [R_i - E(R)]^2 \quad (2.7)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i [R_i - E(R)]^2} \quad (2.8)$$

โดยที่

$\sigma^2$  = ค่าความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์

$\sigma$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์

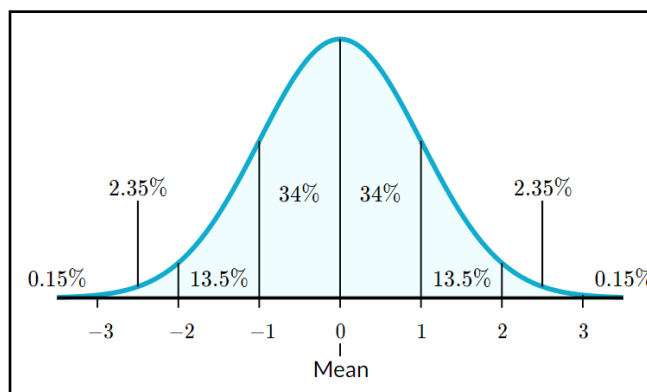
$E(R)$  = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์

$R_i$  = อัตราผลตอบแทนที่พึงได้รับจริงจากการลงทุนในหลักทรัพย์ ภายใต้สถานการณ์ที่  $i$

$P_i$  = ความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลตอบแทนภายใต้สถานการณ์ที่  $i$  ในจำนวนสถานการณ์ทั้งสิ้น  $n$  สถานการณ์

ทั้งนี้หากค่าความแปรปรวนของหลักทรัพย์ยิ่งมาก ความไม่แน่นอนของอัตราผลตอบแทนจะยิ่งสูง ความเสี่ยงที่เกิดจากการลงทุนในหลักทรัพย์นั้นก็จะสูงตาม ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นมาตรวัดความเสี่ยงในการลงทุนได้

หากนำหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ โดยกำหนดสมมติฐานให้อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของการลงทุนใดๆ มีการกระจายตัวแบบแจกแจงความถี่ปกติ (Normal Distribution) ภายใต้การกระจายของค่าความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ที่มีลักษณะคล้ายกับรูประฆังคว่ำ (Bell-Shaped) และการแจกแจงข้อมูลทั้ง 2 ข้างมีความสมมาตรเท่ากัน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การกระจายตัวแบบ Normal Distribution

ที่มา : <https://www.khanacademy.org/math/statistics-probability/modeling-distributions-of-data/normal-distributions-library/a/normal-distributions-review>

ถึงแม้ว่าการกระจายตัวของอัตราผลตอบแทนที่เกิดขึ้น อาจไม่ได้เป็น Normal Distribution ตามที่กำหนดสมมติฐานไว้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากหลักการทางสถิติ หากมีการเก็บข้อมูลได้จำนวนมากเพียงพอ จะทำให้ข้อมูลนั้นมีการกระจายตัวในลักษณะเข้าสู่ Normal Distribution ดังนั้นจึงพออนุมานได้ว่าสมมติฐานที่ได้กำหนดขึ้นไม่น่าจะผิดพลาดไปจากความเป็นจริงมากนัก

### 2.2.3.2 การวัดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการลงทุนของกลุ่มหลักทรัพย์

การวัดความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ (Risk measure of portfolio) ก่อนอื่นจะต้องทราบแนวคิดพื้นฐานทางสถิติเกี่ยวกับค่าความแปรปรวนระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ 2 ตัว ก่อนการคำนวณหาค่าความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มหลักทรัพย์ ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์นี้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ ว่ามีระดับการเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกัน (แสดงค่าบวก) หรือทิศทางตรงกันข้าม (แสดงค่าลบ) และระดับการเคลื่อนไหวที่ไปในทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้ามนั้นมีมากน้อยเพียงใด

#### 2.2.3.2.1 ความแปรปรวนร่วม (Covariance)

การคำนวณค่าความแปรปรวนร่วม เป็นการคำนวณหาค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์แต่ละคู่ในกลุ่มหลักทรัพย์ หากพิจารณาหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$  ที่ประกอบอยู่ในกลุ่มหลักทรัพย์หนึ่ง ความแปรปรวนร่วมระหว่างหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$  เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $\sigma_{AB}$  สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.9

$$\sigma_{AB} = \sum_{i=1}^n P_i [R_{Ai} - E(R_A)][R_{Bi} - E(R_B)] \quad (2.9)$$

โดยที่

$\sigma_{AB}$  = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

$P_i$  = โอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่  $i$  ในจำนวนเหตุการณ์  $n$  เหตุการณ์

$R_{Ai}$  และ  $R_{Bi}$  = อัตราผลตอบแทนที่เป็นไปได้ของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$  ตามเหตุการณ์ที่  $i$

$E(R_A)$  และ  $E(R_B)$  = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ 2 ชนิด จะเป็นค่าที่บอกถึงทิศทางและระดับความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ 2 ชนิด ว่ามีความผันผวนไปด้วยกัน (เครื่องหมายบวก) หรือสวนทางกัน (เครื่องหมายลบ) และระดับความผันผวนนั้นมากน้อยเพียงใด

#### 2.2.3.2 เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix)

การประยุกต์ใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมกับการลงทุน เป็นแนวคิดที่ใช้ในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ตโฟลิโอ เพื่อประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับพอร์ตโฟลิโอ โดย Covariance matrix คือ การนำเอา Covariance ที่ได้จากการจับคู่ของ Data Dimension เป็นไปได้ทั้งหมดมาสร้างเป็น Square Matrix สมมติว่ามีข้อมูล 2 หลักทรัพย์ หรือสองมิติ  $x, y$  covariance ที่เป็นไปได้คือ  $cov(x, x)$   $cov(x, y)$   $cov(y, x)$  และ  $cov(y, y)$  แสดงได้ดังสมการที่ 2.10

$$Covariance Matrix = \begin{bmatrix} cov(x, x) & cov(x, y) \\ cov(y, x) & cov(y, y) \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

#### 2.2.3.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงทิศทางและระดับความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์แต่ละคู่ ว่าไปในทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้ามกัน และอยู่ในระดับสูงหรือต่ำเพียงใด โดยใช้สัญลักษณ์  $\rho_{AB}$  แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$  แสดงได้ดังสมการที่ 2.11

$$\rho_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{\sigma_A \sigma_B} \quad (2.11)$$

โดยที่

$\rho_{AB}$  = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

$\sigma_{AB}$  = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

$\sigma_A$  และ  $\sigma_B$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงค่า (+) หมายความว่า การเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์คู่นั้น มีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และหากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ +1.0 แสดงว่าการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์คู่นั้น มีลักษณะที่ไปด้วยกันอย่างสมบูรณ์ ในทางตรงกันข้าม หากค่าสัมประสิทธิ์แสดงค่าลบ (-) หมายถึงการเคลื่อนไหวในทิศทางตรงกันข้ามของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์คู่นั้น และหากค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ -1.0 แสดงถึงการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์คู่นั้นที่มีลักษณะสวนทางกันอย่างสมบูรณ์ ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์คู่นั้นไม่มีความสัมพันธ์ใดๆเลย ซึ่งหมายถึงหลักทรัพย์คู่นั้นจะเคลื่อนไหวเป็นอิสระต่อกัน

คุณสมบัติของความแปรปรวนร่วมและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นพื้นฐานของการคำนวณความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ที่ประกอบด้วยหลักทรัพย์หลายตัว การสร้างกลุ่มหลักทรัพย์โดยการเลือกหลักทรัพย์หลายตัวที่มีความสัมพันธ์ที่ผกผันกัน ไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์กันน้อย เป็นหนึ่งในวิธีการที่สามารถลดความเสี่ยงโดยรวมของกลุ่มหลักทรัพย์หรือกลุ่มสินทรัพย์ลงทุนได้

#### 2.2.3.2.4 ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของอัตราผลตอบแทนของกลุ่มหลักทรัพย์

ในการวัดความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ ตามทฤษฎีหลักทรัพย์ของ Markowitz สามารถคำนวณเพื่อหาความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ได้ จากค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มหลักทรัพย์นั้น เช่นเดียวกับการวัดความเสี่ยงหลักทรัพย์เดี่ยว สมการในการคำนวณหาความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มหลักทรัพย์ที่ประกอบด้วยหลักทรัพย์จำนวน  $n$  ตัว แสดงได้สมการที่ 2.12 และ 2.13

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \sigma_{ij} \quad (2.12)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \sigma_{ij}} \quad (2.13)$$

โดยที่

$\sigma_p^2$  = ค่าความแปรปรวนจากการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์

$\sigma_p$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์

$W_i$  และ  $W_j$  = สัดส่วนของเงินลงทุนในหลักทรัพย์  $i$  และ  $j$

$\sigma_{ij}$  = ค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $i$  และ  $j$

ทั้งนี้ในกรณีที่ลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์ซึ่งประกอบด้วยหลักทรัพย์ 2 ตัว ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของอัตราผลตอบแทนของกลุ่มหลักทรัพย์ แสดงได้ดังสมการที่ 2.14 และ 2.15

$$\sigma_p^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2W_A W_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B \quad (2.14)$$

$$\sigma_p = \sqrt{W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2W_A W_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B} \quad (2.15)$$

โดยที่

$\sigma_p^2$  = ค่าความแปรปรวนจากการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์

$\sigma_A$  และ  $\sigma_B$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

$W_A$  และ  $W_B$  = สัดส่วนของเงินลงทุนในหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

$\rho_{AB}$  = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์  $A$  และ  $B$

หากพิจารณาถึงสมการข้างต้น จะสังเกตได้ว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของเงินลงทุนในหลักทรัพย์ แต่ละชนิดที่ประกอบขึ้นเป็นกลุ่มหลักทรัพย์ ย่อมส่งผลให้ความเสี่ยงจากการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์นั้นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

## 2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารกลุ่มหลักทรัพย์

การที่นักลงทุนจะดำเนินการจัดสรรเงินลงทุนในหลักทรัพย์ประเภทต่างๆ เพื่อสร้างกลุ่มหลักทรัพย์ที่เหมาะสม ตลอดจนบริหารกลุ่มหลักทรัพย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายในการลงทุนนั้น ผู้ลงทุนจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด และทฤษฎีการบริหารกลุ่มหลักทรัพย์

### 2.3.1 ทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz (Modern Portfolio หรือ MPT)

แนวคิดตามทฤษฎีของ Markowitz เป็นแนวคิดที่เริ่มว่า การกระจายการลงทุนจะช่วยลดความเสี่ยงเฉพาะในกรณีที่เป็นการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์ ที่หลักทรัพย์แต่ละคูนั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไปด้วยกันอย่างสมบูรณ์ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำกว่า +1.0) สามารถลดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มหลักทรัพย์ลงได้ แต่ถ้ากระจายลงทุนในหลักทรัพย์หลายชนิดที่มีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่ไปด้วยกันอย่างสมบูรณ์ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ +1.0) จะไม่สามารถลดความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ลงได้

นอกจากนี้ ทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz ได้แสดงให้เห็นว่าผู้ลงทุน สามารถสร้างกลุ่มหลักทรัพย์ต่างๆ ที่ให้อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของกลุ่มหลักทรัพย์ในระดับต่างๆ ได้ทั้งนี้จะมีกลุ่มหลักทรัพย์ต่างๆ จำนวนหนึ่งที่เหนือกว่าหรือมีประสิทธิภาพกว่ากลุ่มหลักทรัพย์อื่นๆ กล่าวคือ เมื่อพิจารณา ณ ความเสี่ยงระดับหนึ่ง กลุ่มหลักทรัพย์เหล่านี้เป็นกลุ่มหลักทรัพย์ที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุด ในทำนองเดียวกัน ณ อัตราผลตอบแทนระดับหนึ่ง กลุ่มหลักทรัพย์เหล่านี้เป็นกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงที่ต่ำที่สุด ตามทฤษฎี กลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz เรียกแนวขอบที่กลุ่มหลักทรัพย์นี้เรียงตัวกันอยู่ว่า “เส้นโค้งกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพ” (Efficient Frontier) ผู้ลงทุนจะเลือกลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์ที่มี ประสิทธิภาพตามระดับความเสี่ยงและอัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนต้องการ

ข้อสมมติฐาน ตามแนวความคิดการสร้างกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz อยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานอันเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ลงทุนดังต่อไปนี้

1. การตัดสินใจลงทุนในแต่ละทางเลือก ผู้ลงทุนจะพิจารณาจากการกระจายของโอกาสที่จะเกิดผลตอบแทนของกลุ่มหลักทรัพย์ในงวดระยะเวลาลงทุน

2. ผู้ลงทุนจะพยายามทำให้อรรถประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับต่อ 1 หน่วยเวลาลงทุนสูงที่สุดโดย เส้นอรรถประโยชน์ของผู้ลงทุนแสดงถึงอรรถประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง เมื่อมีความ มั่งคั่งสูงขึ้น
3. ผู้ลงทุนแต่ละรายจะกำหนดความเสี่ยงจากการลงทุนบนพื้นฐานของความแปรปรวนของ อัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ
4. การตัดสินใจของผู้ลงทุนขึ้นกับอัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับและความเสี่ยงเท่านั้น ดังนั้น เส้นอรรถประโยชน์จึงเป็นฟังก์ชันของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง กับค่าที่คาดหวังของ ความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทน
5. ภายใต้ระดับความเสี่ยงหนึ่ง ผู้ลงทุนจะเลือกการลงทุนที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุดใน ทำนองเดียวกัน ภายใต้อัตราผลตอบแทนระดับหนึ่ง ผู้ลงทุนจะเลือกการลงทุนที่มีความเสี่ยงต่ำที่สุด

### 2.3.2 การวัดผลการดำเนินงานของพอร์ตลงทุนด้วย Sharpe Ratio

Sharpe Ratio คิดขึ้นโดย วิลเลียม เอฟ. ชาร์ป เจ้าของรางวัลโนเบลอีกคนหนึ่ง Sharpe Ratio จะแตกต่างจากความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนตรงที่มันจะปรับผลตอบแทนตามหน่วยของความเสี่ยง อัตราส่วนนี้คิดโดยการหารผลตอบแทนเฉลี่ยที่คาดหวังของสินทรัพย์ตัวหนึ่งๆ ลบด้วยอัตราผลตอบแทนที่ไร้ความเสี่ยง ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงได้ดังสมการที่ 2.16

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (2.16)$$

โดยที่

$R_p$  = อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของพอร์ตโฟลิโอ

$R_f$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยง

$\sigma_p$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ตโฟลิโอ

โดยยิ่ง Sharpe Ratio มากเท่าใด สินทรัพย์ก็จะให้ผลตอบแทนสำหรับความเสี่ยงที่มีกับผู้ลงทุนสูงขึ้นเท่านั้น สินทรัพย์ที่มี Sharpe Ratio ตีลบจะส่งผลต่อผู้ลงทุนได้ผลตอบแทนที่ตีลบและความไม่แน่นอน อย่างไรก็ตาม

ก็ตามอัตราผลตอบแทนจริงที่ได้รับเป็นเพียงส่วนหนึ่งของอัตราส่วนชาร์ปเท่านั้น บางครั้งสินทรัพย์ที่ผลตอบแทนจริงต่ำอาจมี Sharpe Ratio สูงกว่าสินทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนสูงแต่มีความผันผวนมากก็ได้

Sharpe Ratio เป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ในการเปรียบเทียบว่าสินทรัพย์แต่ละตัวให้ผลตอบแทนผู้ลงทุนสำหรับความเสี่ยงที่รับไว้อย่างไร อันทำให้สามารถเปรียบเทียบการลงทุนในพันธบัตรและหุ้นได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับอัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง (Risk-Free Rate:  $R_f$ ) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการชดเชยอัตราเงินเฟ้อที่คาดการณ์และส่วนที่สอง ชดเชยการที่นักลงทุนต้องเลื่อนการบริโภคไปในอนาคต (ค่าตอบแทนสำหรับการ “ให้ยืม” แทนที่นักลงทุนจะได้นำเงินนั้นมาใช้ในการบริโภคเองทันที) ดังนั้นอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง จึงถือเป็นเกณฑ์ “ขั้นต่ำ” ของผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากสินทรัพย์ เพราะนักลงทุนสามารถนำเงินดังกล่าวไปลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่ปราศจากความเสี่ยง แทนที่จะเป็นสินทรัพย์ตัวอื่นๆ ได้

## 2.4 มาตรวัดความเสี่ยงในการลงทุน

### 2.4.1 ค่าเบต้า ( $\beta$ )

โมเดล CAPM จำแนกความเสี่ยง (ความผันผวน) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความเสี่ยงที่เป็นระบบ และความเสี่ยงที่ไม่เป็นระบบ ซึ่งผลรวมของสองความเสี่ยงนี้จะเท่ากับความเสี่ยงรวม ความเสี่ยงที่เป็นระบบเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของตลาดโดยรวม หุ้นหรือธุรกิจต่างๆ ล้วนได้รับผลกระทบส่วนนี้ด้วยกันทั้งสิ้น (แม้ว่าแต่ละธุรกิจหรืออุตสาหกรรมอาจได้รับผลกระทบมากน้อยตามปัจจัยความเสี่ยง) ความเสี่ยงประเภทนี้จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ด้วยการกระจายการลงทุน โดยปัจจัยความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของภาวะเงินเฟ้อที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ ระดับอัตราดอกเบี้ยทั่วไป สภาวะเศรษฐกิจ ฯลฯ

สำหรับความเสี่ยงที่ไม่เป็นระบบ ได้แก่ ความเสี่ยงส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของตลาดโดยรวม แต่เป็นเรื่องปัจจัยเฉพาะตัวของบริษัท เช่น ความสำเร็จหรือล้มเหลวของโครงการ การออกผลิตภัณฑ์ใหม่ การควบคุมกิจการ ฯลฯ ปัจจัยเหล่านี้ไม่มีความเชื่อมโยงกับตลาดหุ้นในตัวเอง ทว่าส่งผลกระทบต่อบริษัทเป็นรายๆ ไป (ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนต่อการเคลื่อนไหวขึ้นลงของตลาดหุ้นโดยทั่วไป) ความเสี่ยงเหล่านี้สามารถกำจัดไปได้ด้วยการกระจายการลงทุน โดยการถือครองหุ้นหลายตัวเป็นพอร์ตโฟลิโอขนาดใหญ่ หากบริษัทแห่งใดแห่งหนึ่งมี

มูลค่าลดลงจากเหตุเฉพาะตัวของบริษัทนั้นๆ ผลดังกล่าวก็อาจชดเชยได้จากมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของบริษัทแห่งหนึ่งในพอร์ตโฟลิโอ

ค่าเบต้าเป็นตัวเลขที่ระบุถึงความเสี่ยงที่เป็นระบบ (ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ด้วยการกระจายการลงทุน) ความเสี่ยงหรือความผันผวนนี้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แม้นักลงทุนจะกระจายเงินไปลงทุนในบริษัทที่หลากหลายเพียงใดก็ตาม ทั้งนี้ ค่าเบต้าของแต่ละอุตสาหกรรมหรือแต่ละบริษัทอาจแตกต่างกันมากก็ได้ โดยนิยามแล้วตัวตลาดหุ้นเอง (ดัชนีตลาดหุ้น) มีค่าเบต้าเท่ากับ 1.0 สำหรับค่าเบต้าที่สูงกว่า 1.0 จะหมายถึงว่าหุ้นมีความเสี่ยง (ความผันผวน) มากกว่าดัชนีหรือตลาดหุ้นโดยรวม ส่วนค่าเบต้าที่ต่ำกว่า 1.0 ก็หมายถึงหุ้นที่มีความเสี่ยงน้อยกว่าตลาดหุ้นโดยรวมนั่นเอง เพราะฉะนั้น หากหุ้นที่นักลงทุนสนใจมีค่าเบต้าเท่ากับ 1.3 ก็แสดงว่า หากตลาดหุ้นมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น 1.0 เปอเซ็นต์จะส่งผลให้หุ้นตัวนี้ปรับตัวขึ้น 1.3 เปอเซ็นต์ ในทางกลับกันหากตลาดหุ้นมีการปรับตัวลดลง 1.0 เปอเซ็นต์ หุ้นดังกล่าวจะปรับตัวลดลง 1.3 เปอเซ็นต์เช่นกัน สำหรับการคำนวณค่าเบต้าแสดงได้ดังสมการที่ 2.17

$$\beta_{(i)} = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)} \quad (2.17)$$

โดยที่

$\beta_{(i)}$  = ค่าเบต้าสำหรับผู้ถือหุ้นของหลักทรัพย์  $i$

$R_i$  = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $i$

$R_m$  = อัตราผลตอบแทนของตลาด (Market Return)

$Cov(R_i, R_m)$  = ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่างผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $i$  และผลตอบแทนของตลาด

$\sigma^2(R_m)$  = ความแปรปรวน (Variance) ของผลตอบแทนของตลาด

## 2.4.2 Yang Zhang Volatility Estimation

### 2.4.2.1 การประมาณค่าความผันผวน (Volatility Estimation)

ในตลาดทางการเงินได้ให้ความสนใจกับความเสี่ยง ซึ่งเป็นความเบี่ยงเบนของผลตอบแทนของสินทรัพย์ หากการลงทุนใดมีความไม่แน่นอนของผลตอบแทนสูงก็จะทำให้มีความเสี่ยงมากขึ้น ซึ่งความผันผวนจะพิจารณาจากขอบเขตหรือความกว้างของการแกว่งตัวของราคาหรือผลตอบแทนจากการลงทุนนั้นๆ กล่าวคือ ถ้าการลงทุนใดมีความผันผวนของราคาหรือผลตอบแทนต่ำจากการลงทุน การลงทุนนั้นย่อมมีความเสี่ยงต่ำ ดังนั้นการเข้าถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในการลงทุนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาเลือกลงทุน ซึ่งความผันผวนมีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงและมักถูกใช้ในการอธิบายความเสี่ยง

การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงที่เป็นที่นิยมใช้บ่อยที่สุด คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) สำหรับการประมาณค่าความผันผวนที่ใช้ในการวัดค่า SD นั้นโดยทั่วไปจะใช้รูปแบบ Close to Close Estimation คือการใช้ราคาปิดของกรอบเวลา (Time Frame) มาใช้ในการวิเคราะห์ความผันผวนเพียงอย่างเดียว ถือเป็นรูปแบบมาตรฐานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะ สามารถคำนวณได้ง่าย และ มีการนิยามที่ทำให้สามารถเข้าใจความหมายได้ชัดเจน แต่เนื่องจากการใช้ข้อเพียงราคาปิด ทำให้ผลที่นำมาวิเคราะห์อาจจะไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยเฉพาะการนำไปใช้กับกรอบเวลาที่มีขนาดใหญ่ (Large Time Frame) เช่น ระดับวัน (Time Frame Day) หรือ สัปดาห์ (Time Frame Week) และยิ่งตลาดที่ในแต่ละวัน ราคามีการเคลื่อนไหวมากพอสมควร ทำให้รูปแบบ Close to Close Estimation ไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนไหวของราคาได้ทั้งหมด จึงได้มีการนำรูปแบบการประเมินความผันผวนที่พิจารณาทั้ง ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาปิดของสินทรัพย์ (Open-High-Low-Close : OHLC) มาใช้ในการประมาณค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ทำให้การประเมินความเสี่ยงมีความแม่นยำ และสามารถนำมาใช้ในการอธิบายการเคลื่อนไหวของราคาได้มากยิ่งขึ้น

### 2.4.2.2 การประมาณค่าความแปรปรวนด้วย Yang Zhang Volatility Estimation

เป็นการศึกษาการประมาณค่าความแปรปรวนโดยใช้ข้อมูลราคาในอดีตจาก ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด และ ราคาปิด ซึ่งจะแตกต่างจาก Close to Close Estimation ที่มีการประมาณค่าจากราคาปิดเพียงอย่างเดียว อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง Drift – Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open and Close Prices ของ Yang and Zhang (2000) ผลการศึกษาพบว่าตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าการประมาณค่าจากราคาปิดเพียงอย่างเดียว ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีความอคติ กล่าวคือ ค่าความแปรปรวนที่ประมาณได้เป็นค่ากลางโดยขึ้นอยู่กับ ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด และ ราคาปิด
2. เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นสูงอย่างฉับพลัน กล่าวคือ หากราคาหุ้นมีการเปลี่ยนแปลงจากราคาต่ำไปราคาสูง หรือ จากราคาสูงไปราคาต่ำ จะส่งผลให้ได้ค่าประมาณที่สูงเกินกว่าความเป็นจริง
3. เป็นอิสระจากการกระโดดของราคาปิด กล่าวคือ หากราคาเปิดเท่ากับราคาปิด จะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

นอกจากนี้ยังพบว่า Yang Zhang Volatility Estimation มีค่าความแปรปรวน (Variance) ที่น้อยมากเมื่อเทียบกับตัวประมาณค่าอื่น ดังนั้นจากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าตัวประมาณค่ามีการปรับปรุงให้สามารถประมาณค่าความแปรปรวนได้แม่นยำกว่าแบบ Close to Close Estimation ที่ใช้เพียงราคาปิดเพียงอย่างเดียว โดยการคำนวณ Yang Zhang Volatility Estimation แสดงได้ดังสมการที่ 2.18 – 2.22

$$\sigma_{YZ} = \sqrt{\sigma_{CO}^2 + k\sigma_{OC}^2 + (1 - k)\sigma_{RS}^2} \quad (2.18)$$

$$\text{Overnight volatility} \quad \sigma_{CO}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n \left[ \ln \left( \frac{o_t}{c_{t-1}} \right) - \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \ln \left( \frac{o_t}{c_{t-1}} \right) \right) \right]^2 \quad (2.19)$$

$$\text{Open to Close Volatility} \quad \sigma_{OC}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n \left[ \ln \left( \frac{c_t}{o_t} \right) - \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \ln \left( \frac{c_t}{o_t} \right) \right) \right]^2 \quad (2.20)$$

$$\text{Rogers – Satchell Volatility} \quad \sigma_{RS}^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[ \ln \left( \frac{h_t}{c_t} \right) \ln \left( \frac{h_t}{o_t} \right) + \ln \left( \frac{l_t}{c_t} \right) \ln \left( \frac{l_t}{o_t} \right) \right] \quad (2.21)$$

$$k = \frac{\alpha}{1 + \frac{\alpha}{n-1}}; \alpha = 1.34 \quad (2.22)$$

โดยที่

$o_t$  = ราคาเปิด ณ วันที่  $t$

$h_t$  = ราคาสูงสุด ณ วันที่  $t$

$l_t$  = ราคาต่ำสุด ณ วันที่  $t$

$c_t$  = ราคาปิด ณ วันที่  $t$

$n$  = จำนวนวันที่ต้องการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

### 2.4.3 Maximum Drawdown

Maximum Drawdown เป็นการวัดระดับผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในอดีตที่ผ่านมาเมื่อเทียบจากจุดที่เคยได้รับผลตอบแทนสูงสุด (Historical Peak) โดยค่า Maximum Drawdown บอกถึงอดีตที่ผ่านมาของสินทรัพย์นั้น ปรับลดลงยาวนานมากน้อยแค่ไหน และทำให้เกิดการขาดทุนเป็นจำนวนเท่าใด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ความเสี่ยงที่จะเกิดการขาดทุนสูงสุดจากการลงทุนในสินทรัพย์นั้นคือเท่าไร และใช้ระยะเวลานานแค่ไหนที่จะก่อให้เกิดการขาดทุนสะสม โดยในปัจจุบันนักลงทุนจะใช้ค่า Maximum Drawdown เป็นข้อมูลประกอบก่อนตัดสินใจลงทุนสินทรัพย์ต่างๆ ถึงแม้จะเป็นข้อมูลในอดีตแต่ทำให้ได้เห็นช่วงที่สินทรัพย์นั้น ให้ผลตอบแทนย่ำแย่ที่สุดเป็นเท่าไร ดังนั้นค่า Maximum Drawdown หมายถึง ความสามารถในการควบคุมความเสี่ยงของสินทรัพย์ ถ้าสินทรัพย์มีค่านี้นต่ำ แต่ให้ผลตอบแทนดี แสดงว่าสินทรัพย์ตัวนั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมความเสี่ยงที่ดี สำหรับสูตรของ Maximum Drawdown แสดงได้ดังสมการที่ 2.23 และตัวอย่างของการพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา แสดงได้ดังภาพที่ 2.5 และ 2.6

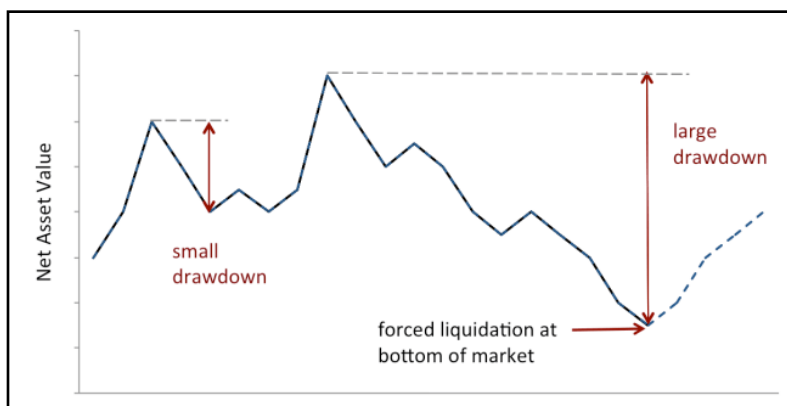
$$D(T) = \frac{\max_{t \in (0, T)} X(t) - X(T)}{\max_{t \in (0, T)} X(t)} \quad (2.23)$$

โดยที่

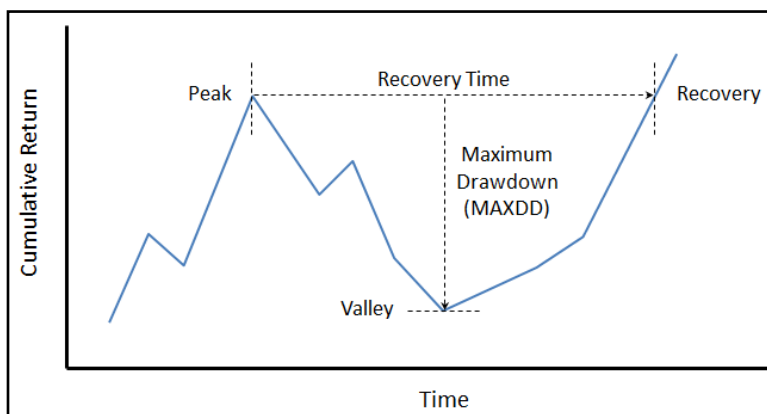
$D(T)$  = ผลตอบแทนขาดทุนสูงสุด ณ เวลา  $T$

$X(T)$  = ราคาของสินทรัพย์ ณ เวลา  $T$

$\max_{t \in (0, T)} X(t)$  = ราคาสูงสุดของสินทรัพย์ ณ เวลา 0 ถึง  $T$



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างที่ 1 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างที่ 2 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Paul, D., Daniel, K. and Jennifer, W. (2021) ได้ทำการศึกษาเพื่ออธิบายพฤติกรรมของนักลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล เนื่องจากการซื้อขายนั้นมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มจะได้รับการยอมรับจนเป็นกระแสหลักในอนาคต เนื้อหาของการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน อย่างแรกคือ การซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลเป็นการรวบรวมองค์ประกอบของความเสี่ยงที่มีอยู่ในการพนัน และการใช้โซเชียลมีเดียที่มากเกินไปในปัจจุบัน โดยกล่าวว่า ด้วยลักษณะเฉพาะของตลาดสกุลเงินดิจิทัล ทำให้รูปแบบการเก็งกำไรเกิดขึ้นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น การที่สามารถซื้อขายได้ตลอด 24 ชั่วโมง ความผันผวนของราคาที่เกิดขึ้นมาก รวมถึงอิทธิพลจากความรู้สึกของสังคม จึงทำให้นักลงทุนที่ไม่มีประสบการณ์ อาจโดนอิทธิพลจากความรู้สึก FOMO (Fear of Missing Out) ได้ อย่างที่สอง คือ การซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล สามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการมากมายทางจิตวิทยาสังคม จึงเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัยสามารถระบุปัจจัยที่ทำให้การซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล แตกต่างจากการซื้อขายในหลักทรัพย์ทั่วไปหรือการพนันออนไลน์ และยังระบุปัจจัยป้องกันที่สามารถหลีกเลี่ยงการพัฒนาอันตรายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อนักลงทุนที่ไม่มีประสบการณ์

จำนวนมากเข้ามาซื้อขายเป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการวิจัยที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นเกี่ยวกับผลกระทบทางจิตวิทยาของการซื้อขายปกติ ความแตกต่างของแต่ละบุคคล และธรรมชาติของการตัดสินใจที่ปกป้องผู้คนจากอันตราย ในขณะที่ทำให้พวกเขาได้รับประโยชน์จากการพัฒนาในเทคโนโลยีบล็อกเชนและสกุลเงินดิจิทัลอลเข้ารหัส

อังศุธร ศรีกาญจนสอน (2562) ได้ศึกษาและจัดกลุ่มผู้ลงทุนไทยตามพฤติกรรมการลงทุนใน Bitcoin โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามผู้ลงทุนใน Bitcoin จำนวน 389 ราย และใช้วิธีการสุ่มแบบโควตา (Quota Sampling) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติเชิงพรรณนาและเทคนิคการจัดกลุ่มแบบสองขั้น (Two-step-Cluster Analysis) จากผลการศึกษาพบว่า ผู้ลงทุนทั้งชายและหญิง มากกว่าร้อยละ 70 มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็งกำไรและเป็นโอกาสเพิ่มรายได้ มีนักลงทุนไม่ถึงร้อยละ 10 ที่ลงทุนด้วยวิธีการชดเชยอย่างเดียว และมากกว่าครึ่งลงทุนโดยการซื้อขายเพื่อเก็งกำไรเพียงอย่างเดียว สำหรับผู้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจลงทุน พบว่า ในภาพรวมผู้ลงทุนชายและหญิงลงทุนโดยเชื่อตนเอง รองลงมาคือ พิจารณาจากนักวิเคราะห์/บทวิเคราะห์/สื่อต่างๆ และเมื่อจัดกลุ่มพฤติกรรมการลงทุนใน Bitcoin สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ นักลงทุนสมัครเล่น ผู้ลงทุนที่มุ่งเก็งกำไร และนักกระจายความเสี่ยง

Alexander, K. and Michael, S. (2019) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการลงทุนประเภทต่างๆ ที่ลงทุนใน Bitcoin โดยทำการจัดกลุ่มประเภทนักลงทุนตามพฤติกรรมการซื้อขาย แสดงได้ดังตารางที่ 2.1 และ 2.2 ซึ่งหมายถึงลักษณะผู้ลงทุนในการเสนอขายและเสนอซื้อ ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่านักลงทุนส่วนใหญ่ในฝั่งของการเสนอขายจะอยู่ที่ Cluster 1-3 โดยจะมีลักษณะการเสนอขายในปริมาณ (Volume) ต่ำจนถึงปานกลางที่ไม่สูงมาก และราคาเฉลี่ยที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับ Cluster 4-6 ที่จะเป็นกลุ่มที่เสนอขายในปริมาณปานกลางจนถึงสูง นั่นหมายถึงพฤติกรรมการซื้อขายขนาดเล็กสามารถอธิบายได้ว่านักลงทุนกลุ่มนี้ คือนักลงทุนรายย่อย รวมถึงนักชุด Bitcoin ในขณะที่การจัดกลุ่มของนักลงทุนในฝั่งการเสนอซื้อ ราคาเฉลี่ยในการเสนอซื้อโดยรวมจะสูงกว่าราคาเฉลี่ยในการเสนอขาย นั่นหมายความว่านักลงทุนยินดีจะเสนอซื้อในราคาที่สูงกว่าตลาดจริง พฤติกรรมส่วนใหญ่จะอยู่ที่ Cluster 8-9 โดย Cluster 8 จะเป็นกลุ่มนักลงทุนที่เสนอซื้อในปริมาณปานกลาง และ Cluster 9 จะเสนอซื้อในปริมาณต่ำ โดยทั้งสองกลุ่มนี้จะเสนอซื้อ ณ ราคาที่ใกล้เคียงกับตลาด

ตารางที่ 2.1 ลักษณะผู้ลงทุนในการเสนอขาย Bitcoin

| Types of Investors that Placed Offers |          |          |          |          |          |           |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|                                       | Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 | Cluster4 | Cluster5 | Cluster6  |
| Proportion                            | 0.1792   | 0.3270   | 0.2902   | 0.0557   | 0.1337   | 0.0142    |
| Average Bid Volume (in BTC)           | 2.4503   | 0.3687   | 3.3483   | 6.9861   | 5.8943   | 15.8013   |
| Average Relative Price                | 0.9969   | 0.9971   | 0.9897   | 0.9781   | 0.9881   | 0.9487    |
| Average Duration (in Min)             | 0.0000   | 0.0000   | 0.2683   | 38.7902  | 3.4647   | 3100.8057 |

ตารางที่ 2.2 ลักษณะผู้ลงทุนในการเสนอซื้อ Bitcoin

| Types of Investors that Placed Orders |           |          |          |           |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------|
|                                       | Cluster7  | Cluster8 | Cluster9 | Cluster10 |
| Proportion                            | 0.0234    | 0.3333   | 0.5437   | 0.0995    |
| Average Bid Volume (in BTC)           | 3.1531    | 5.3156   | 1.0808   | 5.1934    |
| Average Relative Price                | 1.0411    | 1.0092   | 1.0031   | 1.0174    |
| Average Duration (in Min)             | 1898.8899 | 0.6159   | 0.0000   | 12.1059   |

วรรณรัตน์ ัญญกิตติกุล (2555) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการลงทุนในกองทุนรวมทองคำของนักลงทุนทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร โดยตัวแปรที่ใช้ศึกษา ได้แก่ ลักษณะด้านประชากรศาสตร์ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ สถานภาพ รายได้ต่อเดือน และประสบการณ์การลงทุนในกองทุนรวมทองคำ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจากนักลงทุนทั่วไปที่สนใจลงทุนหรือเคยลงทุนในกองทุนรวมทองคำในบริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดย ค่าความถี่ ร้อยละ และสถิติ Chi-square ผลการวิจัยพบว่านักลงทุนส่วนใหญ่ลงทุนเพื่อเก็งกำไร ตัดสินใจลงทุนด้วยตนเอง ซึ่งการซื้อขายหน่วยลงทุนในแต่ละครั้งเฉลี่ยเป็นเงิน 5,000–19,999 บาท ในขณะที่สัดส่วนเงินทุนเทียบกับสินทรัพย์อยู่ที่ 10%-30% ยอมรับผลขาดทุนได้ 10%-20% นอกจากนี้ นักลงทุนยังมีการติดตามผลการดำเนินงานหรือสถานะของกองทุนจากหน่วยลงทุนในเว็บไซต์ของบริษัทหลักทรัพย์ที่ลงทุนอยู่

Ahelegbey, D.F., Giudici, P. และ Mojtahedi, F. (2022) ได้นำเสนอบทความ “Crypto Asset Portfolio Selection” ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอการจัดพอร์ตโฟลิโอสำหรับสกุลเงินดิจิทัล 10 อันดับแรก เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด โดยการเพิ่มเงื่อนไขของมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: CVaR) เข้าไปในทฤษฎีการจัดพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของนักลงทุน รวมถึงเป็นการนำเสนอการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในพอร์ตโฟลิโอสำหรับสกุลเงินดิจิทัล ผลการวิจัยปรากฏว่าการจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีของมาร์โควิตซ์ โดยเพิ่มเงื่อนไขของมูลค่าความ

เสี่ยงแบบมีเงื่อนไข ทำให้พอร์ตโฟลิโอมีการกระจายการลงทุนที่หลากหลายมากกว่าการจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีของมาร์โควิตซ์เพียงอย่างเดียว โดยสามารถเป็นแนวทางให้นักลงทุนสามารถลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลอื่นๆ นอกจาก Bitcoin เพียงอย่างเดียว

Meb Faber (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยในงานวิจัย “The Trinity Portfolio” โดยนำเสนอแนวคิดการสร้างพอร์ตโฟลิโอที่เน้นการเติบโตระยะยาวและสามารถอยู่รอดได้ในขณะที่ความแปรปรวน (Volatility) และ Drawdowns ที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากสินทรัพย์ ได้แก่ ข้อมูลอัตราผลตอบแทนของหุ้นและพันธบัตรรัฐบาลของประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงปี 1926-2015 โดยจะเปรียบเทียบ Trinity Portfolio กับผลการดำเนินงานของพอร์ตโฟลิโอแบบดั้งเดิม หุ้น/พันธบัตร 60/40 ในสหรัฐอเมริกา กับข้อมูลย้อนหลัง สำหรับ Trinity Portfolio จะประกอบด้วยแนวคิดสำคัญทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ (1) การกระจายความเสี่ยงโดยการถือครองสินทรัพย์ให้ครอบคลุมตลาดทั้งโลก (Global Market) (2) เลือกสินทรัพย์ที่ถูกต้องและความแข็งแกร่งจากการวิเคราะห์การตีมูลค่า (Valuation) (3) มีการปรับเปลี่ยนการถือครอง โดยซื้อขายไปตามแนวโน้มของราคาสินทรัพย์ (Trend Following) ผลลัพธ์ที่ได้คือ Trinity Portfolio จะเป็นพอร์ตโฟลิโอที่เน้นการถือครองระยะยาว โดยพิจารณาที่ Downside ก่อนการสร้างอัตราผลตอบแทน โดยการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานแสดงได้ดังภาพที่ 2.7

**Figure 25 - U.S. 60/40 vs. the Trinity Portfolio**

| 1973 - 2015              | 60% U.S. Stocks<br>40% U.S. Bonds | Trinity  |
|--------------------------|-----------------------------------|----------|
| <b>Returns</b>           | 9.47%                             | 13.72%   |
| <b>Volatility</b>        | 10.05%                            | 8.06%    |
| <b>Sharpe Ratio 3.5%</b> | 0.44                              | 1.08     |
| <b>Max DD</b>            | -29.28%                           | -17.61%  |
| <b>% Positive Months</b> | 63.18%                            | 69.96%   |
| <b>\$100 becomes</b>     | \$4,941                           | \$25,493 |
| <b>Inflation CAGR</b>    | 4.06%                             | 4.06%    |

Source: Meb Faber, GFD

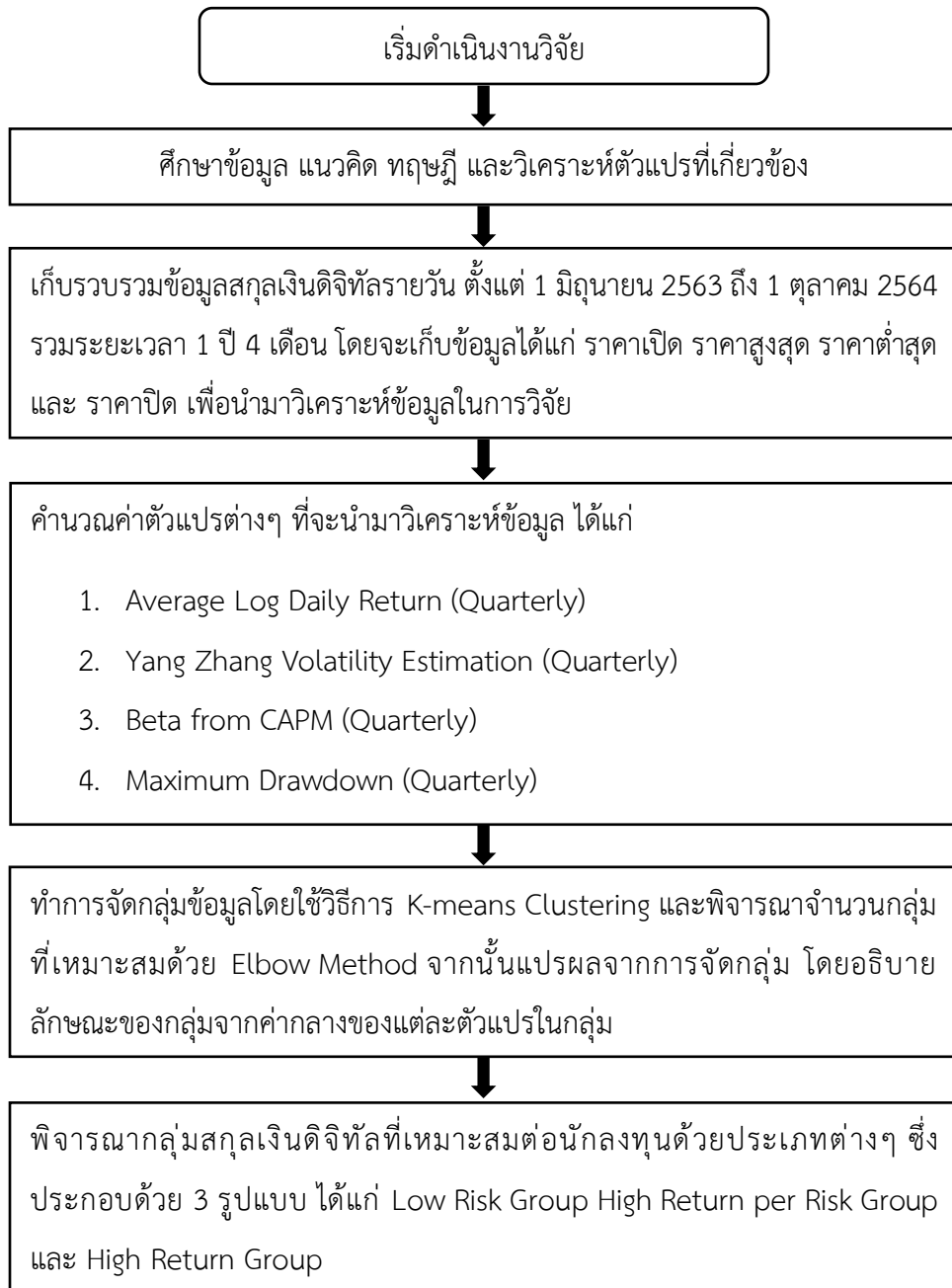
ภาพที่ 2.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานของ 60/40 พอร์ตโฟลิโอกับ Trinity Portfolio

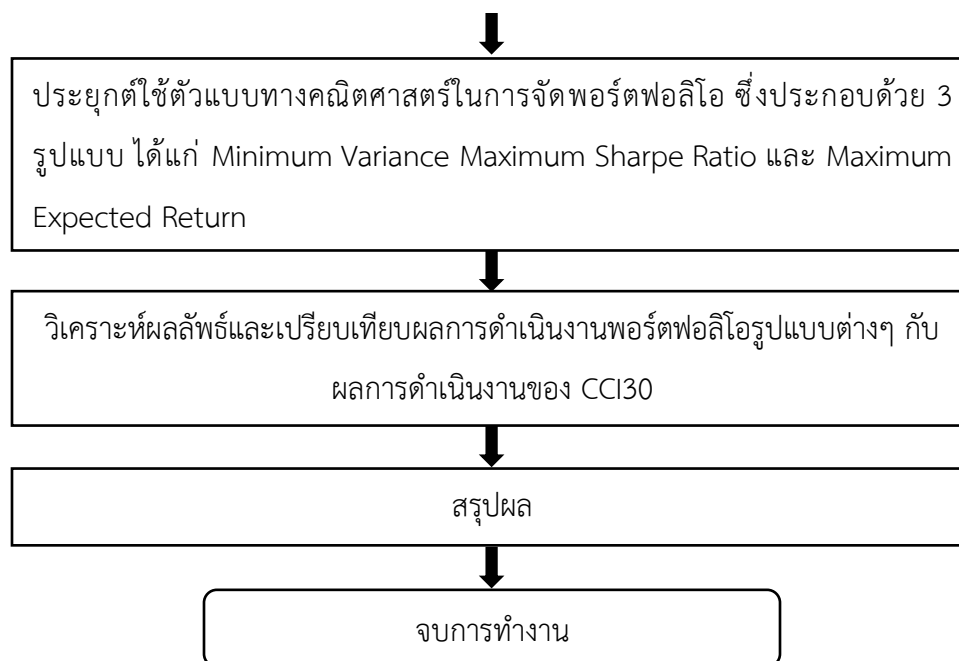
Trinity Portfolio นอกจากสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่า 60/40 พอร์ตโฟลิโอแล้วยังสามารถควบคุมความเสี่ยงต่างๆ ได้ดีกว่าไม่ว่าจะเป็นความผันผวนและ Maximum Drawdowns โดยเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของพอร์ตโฟลิโอด้วย Sharpe Ratio Trinity Portfolio มีค่าที่สูงกว่าบ่งบอกที่ผลการดำเนินงานที่ผลตอบแทนเทียบกับความเสี่ยงมีค่าสูงกว่า

## บทที่ 3

### การวิจัยดำเนินงาน

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย





ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัย ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลสกุลเงินดิจิทัลรายวัน 30 อันดับแรก เรียงลำดับตามมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด (Market Capitalization) สำหรับไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 โดยอ้างอิงจาก <https://cci30.com/> ซึ่งเป็นเว็บไซต์ในการคำนวณดัชนีของสกุลเงินดิจิทัล 30 อันดับแรก เรียงลำดับตามมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด จะไม่มีการนำ Stablecoins มาใช้ในการคำนวณดัชนี โดยดัชนีดังกล่าวจะปรับสมดุลใหม่ (Rebalanced) ทุกๆ ไตรมาส และ ปรับสัดส่วนของสกุลเงินดิจิทัลที่มีผลต่อการคำนวณดัชนี (Rewighted) ในทุกๆ เดือนในขอบเขตไตรมาสนั้นๆ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วในตลาดสกุลเงินดิจิทัล อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง An Investable Crypto-Currency Index ของ Igor Rivin and Carlo Scevola (2018) โดยการเก็บข้อมูลจะแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 ช่วง สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด 4 ไตรมาส ได้แก่ ไตรมาสที่ 4/2563 (1 มิถุนายน 2563 – 1 ตุลาคม 2563 และ ราคาปิด ณ วันที่ 1 มกราคม 2564) ไตรมาสที่ 1/2564 (1 กันยายน 2563 – 1 มกราคม 2564 และ ราคาปิด ณ วันที่ 1 เมษายน 2564) ไตรมาสที่

2/2564 (1 ธันวาคม 2563 – 1 เมษายน 2564 และ ราคาปิด ณ วันที่ 1 กรกฎาคม 2564) และ ไตรมาสที่ 3/2564 (1 มีนาคม 2564 – 1 กรกฎาคม 2564 และ ราคาปิด ณ วันที่ 1 ตุลาคม 2564) ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด และราคาปิด สำหรับแหล่งที่มาของข้อมูล ราคาสกุลเงินดิจิทัลในอดีต ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาจาก 2 แหล่งคือ [th.investing.com/crypto/currencies](https://th.investing.com/crypto/currencies) และ [finance.yahoo.com/cryptocurrencies/](https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies/) ตัวอย่างของข้อมูลเก็บรวบรวมมาแสดงได้ดังภาพที่ 3.2

|    | A         | B       | C       | D      | E      |
|----|-----------|---------|---------|--------|--------|
| 1  | Date      | Open    | High    | Low    | Close  |
| 2  | 6/1/2020  | 9449.3  | 10350   | 9432.3 | 10190  |
| 3  | 6/2/2020  | 10223.9 | 10223.9 | 9351.8 | 9527.1 |
| 4  | 6/3/2020  | 9515.9  | 9666    | 9428.1 | 9657.8 |
| 5  | 6/4/2020  | 9667.8  | 9872.9  | 9477.2 | 9793.6 |
| 6  | 6/5/2020  | 9797.4  | 9850    | 9590   | 9627.3 |
| 7  | 6/6/2020  | 9578.3  | 9732    | 9541.9 | 9669.7 |
| 8  | 6/7/2020  | 9667.6  | 9784.3  | 9427.9 | 9745.8 |
| 9  | 6/8/2020  | 9754.3  | 9790.3  | 9641   | 9780.3 |
| 10 | 6/9/2020  | 9821.6  | 9872    | 9632   | 9770.2 |
| 11 | 6/10/2020 | 9769.9  | 9977.9  | 9706.2 | 9884.1 |
| 12 | 6/11/2020 | 9891.2  | 9948.5  | 9188   | 9275.7 |
| 13 | 6/12/2020 | 9272.5  | 9545.5  | 9249.4 | 9465   |
| 14 | 6/13/2020 | 9467.8  | 9492.4  | 9365.9 | 9471.5 |
| 15 | 6/14/2020 | 9475.7  | 9475.7  | 9261.3 | 9340.9 |
| 16 | 6/15/2020 | 9337.5  | 9494.5  | 8932.4 | 9425   |
| 17 | 6/16/2020 | 9432.3  | 9585    | 9375   | 9525.8 |
| 18 | 6/17/2020 | 9532.8  | 9549    | 9269.3 | 9464.1 |
| 19 | 6/18/2020 | 9470    | 9478.3  | 9287.7 | 9385.8 |

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูล ราคาเปิด ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด และราคาปิด ของสกุลเงินดิจิทัล

### 3.2.1 เงื่อนไขการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยจะพิจารณาว่าสกุลเงินดิจิทัลที่จะนำมาวิเคราะห์ (1) สามารถซื้อขายได้ในแพลตฟอร์ม Binance หรือไม่ โดยเหตุผลคือ จากการสำรวจแพลตฟอร์ม Binance สามารถครอบคลุมการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลได้มากที่สุด เพื่อให้นักลงทุนไม่ต้องทำการลงทุนสกุลเงินดิจิทัลไว้หลายๆ แพลตฟอร์ม เพิ่มความสะดวกในการซื้อขาย และสามารถคำนวณค่าธรรมเนียมในการซื้อขายได้ง่ายขึ้น อีกทั้งแพลตฟอร์ม Binance ยังเป็นที่นิยมมากที่สุดในการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลจากนักลงทุนทั่วโลก และ (2) ผู้วิจัยจะไม่นำ Wrapped Bitcoin (WBTC) และ Bitcoin BEP2 (BTCB) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากเป็นสกุลเงินดิจิทัลที่มีจุดประสงค์เพื่อแสดงมูลค่าของ Bitcoin (BTC) ส่งผลให้ราคาและความผันผวน ใกล้เคียงกับ Bitcoin ซึ่งจะส่งผลในขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูล

### 3.3 การเตรียมข้อมูลสำหรับ K-means Clustering

#### 3.3.1 Average Log Daily Return (Quarterly)

$$R = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \ln \left( \frac{P_{t+1}}{P_t} \right) \quad (3.1)$$

โดยที่

$R$  = อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายวัน

$P_{t+1}$  = ราคาหลักทรัพย์ ณ เวลา  $t + 1$

$P_t$  = ราคาหลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$

$T$  = จำนวนข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่สนใจ

จากสมการที่ 3.1 คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายวัน ผู้วิจัยจะทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายไตรมาส โดยการนำเอาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่คำนวณมาได้ ไปคูณกับจำนวนวัน ณ ไตรมาสที่กำลังคำนวณ โดยไตรมาสที่ 4/2563 (93 วัน) 1/2564 (91 วัน) 2/2564 (92 วัน) และ 3/2564 (93 วัน)

#### 3.3.2 Yang Zhang Volatility Estimation (Quarterly)

หลังจากคำนวณโดยใช้สูตรของ Yang and Zhang (2000) ค่าที่ได้นี้ เรียกว่า ค่าความแปรปรวน (Variance) แต่สำหรับค่าที่ผู้วิจัยสนใจนั้นคือ ค่าความผันผวน (Volatility) ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงไตรมาส ดังนั้นจึงนำค่าความแปรปรวนที่คำนวณออกมา ไปถอดรากที่สองเพื่อให้ค่าที่ได้เป็นค่าความผันผวน แล้วคูณด้วยจำนวนวัน ณ ไตรมาสที่ทำการวิเคราะห์ โดยไตรมาสที่ 4/2563 ( $\sqrt{93}$  วัน) 1/2564 ( $\sqrt{91}$  วัน) 2/2564 ( $\sqrt{92}$  วัน) และ 3/2564 ( $\sqrt{93}$  วัน) เพื่อทำให้เป็นค่าความผันผวนต่อไตรมาส

### 3.3.3 Beta from CAPM (Quarterly)

“ค่าเบต้า” เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณของความผันผวน (Volatility) หรือ ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Systematic Risk) ของราคาสินทรัพย์หรือพอร์ตโฟลิโออื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับตลาดสินทรัพย์โดยรวม ตามค่านิยาม ดัชนีตลาดสินทรัพย์จะมีค่าเบต้าเท่ากับ 1 และ ค่าเบต้าของสินทรัพย์แต่ละตัวจะมีการจัดอันดับตามการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นที่เบี่ยงเบนไปมากหรือน้อย เมื่อเทียบกับดัชนีตลาดสินทรัพย์ โดยสูตรของค่าเบต้าแสดงดังสมการที่ 3.2 และ การพิจารณาความเสี่ยงจากค่าเบต้า แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

$$\beta_{(i)} = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)} \quad (3.2)$$

โดยที่

$\beta_{(i)}$  = ค่าเบต้าสำหรับผู้ถือหุ้นของหลักทรัพย์  $i$

$R_i$  = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $i$

$R_m$  = อัตราผลตอบแทนของตลาด (Market Return)

$Cov(R_i, R_m)$  = ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่างผลตอบแทนของหลักทรัพย์  $i$  และผลตอบแทนของตลาด

$\sigma^2(R_m)$  = ความแปรปรวน (Variance) ของผลตอบแทนของตลาด

ตารางที่ 3.1 การพิจารณาความเสี่ยงจากค่าเบต้า

| ค่าเบต้า    | การแปลความหมาย                 |
|-------------|--------------------------------|
| $\beta > 0$ | = ความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวม  |
| $\beta < 0$ | = ความผันผวนเท่ากับตลาดโดยรวม  |
| $\beta = 0$ | = ความผันผวนน้อยกว่าตลาดโดยรวม |

สำหรับสินทรัพย์ที่มีค่าเบต้ามากกว่า 1 หมายถึง สินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงสูงแต่ก็มีโอกาสในการสร้างผลตอบแทนที่สูงด้วยเช่นกัน ขณะที่สินทรัพย์ที่มีค่าเบต้าต่ำกว่า 1 จะมีความผันผวนน้อยกว่าตลาดสินทรัพย์โดยรวม ซึ่งตามปกติแล้วจะมีความเสี่ยงน้อย และมีโอกาสในการรับผลตอบแทนที่ต่ำกว่าจากกำไรส่วนต่างของ

ราคาสินทรัพย์ จึงเหมาะกับนักลงทุนที่ต้องการเพิ่มผลตอบแทนให้กับพอร์ตลงทุน แต่ไม่ชอบให้หุ้นมีการเคลื่อนไหวของราคาสูงมาก

### 3.3.4 Maximum Drawdown (Quarterly)

Maximum Drawdown เป็นการวัดระดับผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในอดีตที่ผ่านมาเมื่อเทียบจากจุดที่เคยได้รับผลตอบแทนสูงสุด (Historical Peak) โดยค่า Maximum Drawdown บอกถึงอดีตที่ผ่านมาของสินทรัพย์นั้น ปรับลดลงยาวนานน้อยแค่ไหน และทำให้เกิดการขาดทุนเป็นจำนวนเท่าใด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ความเสี่ยงที่จะเกิดการขาดทุนสูงสุดจากการลงทุนในสินทรัพย์นั้นคือเท่าไร และใช้ระยะเวลานานแค่ไหนที่จะก่อให้เกิดการขาดทุนสะสม โดยในปัจจุบันนักลงทุนจะใช้ค่า Maximum Drawdown เป็นข้อมูลประกอบก่อนตัดสินใจลงทุนสินทรัพย์ต่างๆ ถึงแม้จะเป็นข้อมูลในอดีตแต่ทำให้ได้เห็นช่วงที่สินทรัพย์นั้น ให้ผลตอบแทนย่ำแย่ที่สุดเป็นเท่าไร ดังนั้น ค่า Maximum Drawdown หมายถึง ความสามารถในการควบคุมความเสี่ยงของสินทรัพย์ ถ้าสินทรัพย์มีค่านี้น้อย แต่ให้ผลตอบแทนดี แสดงว่าสินทรัพย์ตัวนั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมความเสี่ยงที่ดี สำหรับสูตรของ Maximum Drawdown แสดงได้ดังสมการที่ 3.3 และตัวอย่างของการพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา แสดงได้ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4

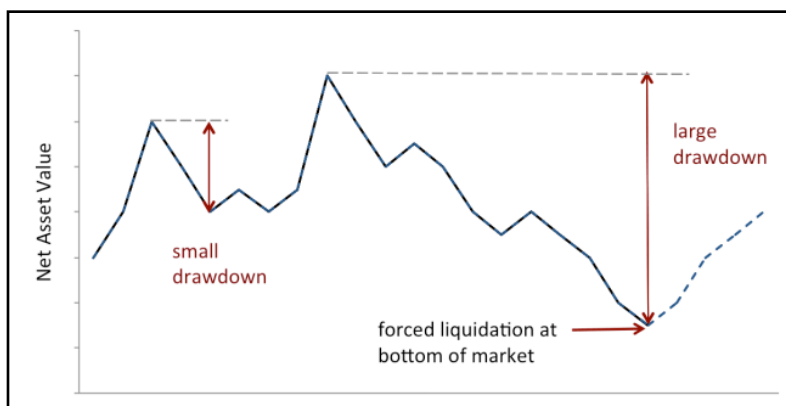
$$D(T) = \frac{\max_{t \in (0, T)} X(t) - X(T)}{\max_{t \in (0, T)} X(t)} \quad (3.3)$$

โดยที่

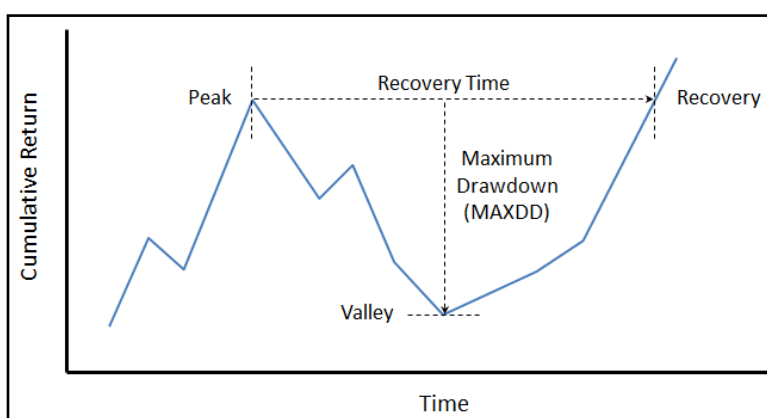
$D(T)$  = ผลตอบแทนขาดทุนสูงสุด ณ เวลา  $T$

$X(T)$  = ราคาของสินทรัพย์ ณ เวลา  $T$

$\max_{t \in (0, T)} X(t)$  = ราคาสูงสุดของสินทรัพย์ ณ เวลา 0 ถึง  $T$



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างที่ 1 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา

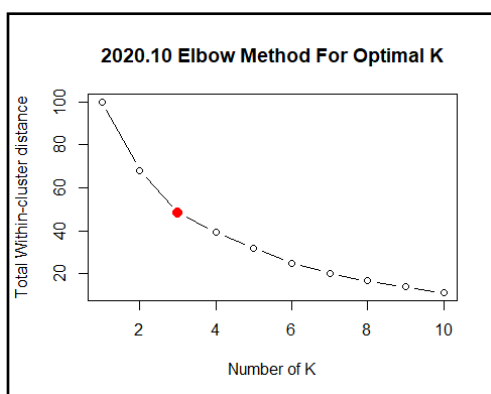


ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างที่ 2 การพิจารณา Maximum Drawdown จากกราฟราคา

### 3.4 การจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธีการ K-means Clustering

#### 3.4.1 การกำหนดจำนวนกลุ่ม

ในการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดเป็นปัญหาพื้นฐานของการจัดกลุ่ม ซึ่งวิธี K-means ไม่ได้มีการอธิบายถึงการกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอน หรือให้ใช้การสุ่มจำนวนกลุ่มเองและทดลองว่ามีกี่กลุ่มจึงจะเหมาะสมที่สุด ในการวิจัยนี้จะใช้วิธี Elbow Method เพื่อกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และนำผลการจัดกลุ่มไปวิเคราะห์ ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการวัดค่า Error ของผลรวมระยะห่างระหว่าง Object กับ Centroid หรือเรียกว่า Within Groups Sum of Squares (WGSS) ซึ่งการวนซ้ำแต่ละรอบจะทำให้ค่าของ WGSS ลดลงจากจำนวนกลุ่มที่เพิ่มขึ้น สมาชิกในแต่ละกลุ่มก็จะลดลง ค่า WGSS จะเป็นค่าที่ทำให้กราฟเกิดความโค้ง เมื่อวิเคราะห์เส้นกราฟแล้วจะทำให้ได้จำนวนกลุ่ม (k) ที่เหมาะสม ตัวอย่างการพิจารณาจำนวนกลุ่มแสดงได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method

จากการจัดกลุ่มด้วย K-means ด้วยตัวแปรทั้ง 4 ตัวที่ผู้วิจัยได้คำนวณมา ซึ่งประกอบด้วย Beta from CAPM (Quarterly) Average Log Return (Quarterly) Yang Zhang Volatility Estimation (Quarterly) และ Maximum Drawdown (Quarterly) มาทำการพิจารณาว่าสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มใดนั้น เหมาะสมต่อการลงทุน โดยผู้วิจัยได้กำหนดออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return/Risk Group) และ กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) โดยผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการพิจารณาประเภทของสกุลเงินดิจิทัลทั้ง 3 ประเภท แสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การพิจารณาประเภทสกุลเงินดิจิทัลสำหรับการลงทุน

| Groups / Factor        | Beta                     | Number in Groups | Number of Top5 | First Criteria                                      | Second Criteria                                 |
|------------------------|--------------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Low Risk Group         | Lower or approximate 1.0 | ≥ 4              | ≥ 1            | Minimum Yang Zhang Volatility Estimation            | (Return / Yang Zhang Volatility Estimation > 1) |
| High Return/Risk Group | -                        |                  |                | Maximum Return/<br>Yang Zhang Volatility Estimation | Lower Beta or<br>Maximum<br>Drawdown            |
| High Return Group      |                          |                  |                | Maximum Return                                      |                                                 |

จากตารางที่ 3.2 สำหรับสิ่งจะพิจารณาสกุลเงินดิจิทัลประเภทต่างๆ ประกอบด้วย

1. ค่าเบต้าจาก CAPM
2. จำนวนสินทรัพย์ในกลุ่มที่จะสามารถพิจารณาได้ควรจะมีอย่างน้อย 4 ตัว
3. จำนวนสินทรัพย์ที่เป็น 5 อันดับแรกเรียงลำดับตาม Market Capitalization ในกลุ่มที่จะสามารถพิจารณาได้ควรจะมีอย่างน้อย 1 ตัว
4. เกณฑ์การพิจารณาลำดับที่ 1 (First Criteria) จะเป็นเกณฑ์หลักในการพิจารณาประเภทของสกุลเงินดิจิทัลในการลงทุน
5. เกณฑ์การพิจารณาลำดับที่ 2 (Second Criteria) จะเป็นเกณฑ์รองลงมาในการพิจารณาประเภทของสกุลเงินดิจิทัลในการลงทุน ในกรณีที่อาจจะมี 2 กลุ่มที่มี First Criteria ใกล้เคียงกัน จะทำการพิจารณา Second Criteria

### 3.5 การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดพอร์ตโฟลิโอ

ในการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ มาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดพอร์ตโฟลิโอ สามารถนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงก่อนการตัดสินใจลงทุน โดยพิจารณาถึงเป้าหมายทางการเงิน และการยอมรับความเสี่ยงของนักลงทุน โดยการจัดพอร์ตโฟลิโอที่สามารถสร้างผลตอบแทนที่คาดหวังได้สูงที่สุดหรือมีความเสี่ยงต่ำที่สุด ภายในขอบเขตของตัวแปรเหล่านี้ เพื่อระบุสัดส่วนการลงทุนของสกุลเงินดิจิทัลหลายๆ ตัวในพอร์ตโฟลิโอ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบของการจัดพอร์ตโฟลิโอออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) พอร์ตโฟลิโอความแปรปรวนต่ำที่สุด (2) พอร์ตโฟลิโอค่าอัตราส่วนชาร์ปสูงที่สุด (3) พอร์ตโฟลิโอผลตอบแทนที่คาดหวังสูงที่สุด

#### 3.5.1 พอร์ตโฟลิโอความแปรปรวนต่ำที่สุด (Minimum-Variance Portfolio)

$$\underset{w}{\text{minimize}} w^T \Sigma w \quad (3.4)$$

โดยที่

$$w^T \hat{\mu} \geq \bar{r} \quad (3.5)$$

$$w^T \mathbf{1} = 1 \quad (3.6)$$

$$0.4 \geq w_i \geq 0 \quad (3.7)$$

$$\sum_{i=1}^5 w_i = 0.8 \text{ or } 0.6 \text{ or } 0.4 \quad (3.8)$$

เมื่อ  $w_i$  คือ น้ำหนักการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลที่  $i$ ,  $\hat{\Sigma}$  คือเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนจากสกุลเงินดิจิทัล,  $\hat{\mu}$  คือ เมทริกซ์อัตราผลตอบแทนของสกุลเงินดิจิทัล,  $r_f$  คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของพอร์ตโฟลิโอ,  $\sigma^2$  คือ ความแปรปรวนของพอร์ตโฟลิโอที่คาดหวังและ  $\mathbf{1}$  คือ เมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็น 1

สมการที่ 3.4 หมายถึง ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งต้องการหาสัดส่วนของพอร์ตโฟลิโอ ที่ให้ค่าความแปรปรวนร่วมของพอร์ตโฟลิโอที่ต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไข สมการที่ 3.5 คือ การกำหนดระดับผลตอบแทนที่คาดหวังของการลงทุน ต้องมีอย่างน้อยร้อยละเท่าไร สมการที่ 3.6 คือ การกำหนดให้ผลรวมของสัดส่วนการลงทุนทั้งหมดจะต้องเท่ากับ 1 “Capital Budget Constraint” สมการที่ 3.7 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของแต่ละสินทรัพย์ในพอร์ตโฟลิโอ ต้องไม่ติดลบ “Long-Only Constraint” และการถือสินทรัพย์ 1 ตัวนั้นต้องไม่เกิน 0.4 หรือ 40% ของพอร์ตโฟลิโอ สมการที่ 3.8 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของสินทรัพย์ 5 อันดับแรก เป็นสัดส่วน 80% / 60% / 40% ของพอร์ตโฟลิโอโดยขึ้นอยู่กับการกระจายความเสี่ยงในการลงทุน

### 3.5.2 พอร์ตโฟลิโอค่าอัตราส่วนชาร์ปสูงสุด (Maximum-Sharpe Ratio Portfolio)

$$\underset{w}{\text{maximize}} \frac{w^T \hat{\mu} - r_f}{\sqrt{w^T \hat{\Sigma} w}} \quad (3.9)$$

โดยที่

$$w^T \mathbf{1} = 1 \quad (3.10)$$

$$0.4 \geq w_i \geq 0 \quad (3.11)$$

$$\sum_{i=1}^5 w_i = 0.8 \text{ or } 0.6 \text{ or } 0.4 \quad (3.12)$$

เมื่อ  $w_i$  คือ น้ำหนักการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลที่  $i$ ,  $\hat{\Sigma}$  คือเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนจากสกุลเงินดิจิทัล,  $\hat{\mu}$  คือ เมทริกซ์อัตราผลตอบแทนของสกุลเงินดิจิทัล,  $r_f$  คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของพอร์ตโฟลิโอ,  $\sigma^2$  คือ ความแปรปรวนของพอร์ตโฟลิโอที่คาดหวังและ  $\mathbf{1}$  คือ เมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็น 1

สมการที่ 3.9 หมายถึง ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งต้องการสัดส่วนในพอร์ตโฟลิโอ ที่ให้ค่า Sharpe Ratio ของพอร์ตโฟลิโอที่สูงที่สุด [โดยในที่นี้จะทำการกำหนดให้  $r_f$  หรืออัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงมีค่าเท่ากับ 0 ภายใต้เงื่อนไข สมการที่ 3.10 คือ การกำหนดให้ผลรวมของสัดส่วนการลงทุนทั้งหมดจะต้องเท่ากับ 1 “Capital Budget Constraint” สมการที่ 3.11 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของแต่ละสินทรัพย์ในพอร์ตโฟลิโอ ต้องไม่ติดลบ “Long-Only Constraint” และการถือสินทรัพย์ 1 ตัวนั้นต้องไม่เกิน 0.4 หรือ 40% ของ

พอร์ตโฟลิโอ สมการที่ 3.12 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของสินทรัพย์ 5 อันดับแรก เป็นสัดส่วน 80% / 60% / 40% ของพอร์ตโฟลิโอโดยขึ้นอยู่กับการกระจายความเสี่ยงในการลงทุน

### 3.5.3 พอร์ตโฟลิโอผลตอบแทนที่คาดหวังสูงสุด (Maximum-Expected Return Portfolio)

$$\underset{w}{\text{maximize}} w^T \hat{\mu} \quad (3.13)$$

โดยที่

$$w^T \hat{\Sigma} w \leq \sigma^2 \quad (3.14)$$

$$w^T \mathbf{1} = 1 \quad (3.15)$$

$$0.4 \geq w_i \geq 0 \quad (3.16)$$

$$\sum_{i=1}^5 w_i = 0.8 \text{ or } 0.6 \text{ or } 0.4 \quad (3.17)$$

เมื่อ  $w_i$  คือ น้ำหนักการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลที่  $i$ ,  $\hat{\Sigma}$  คือเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนจากสกุลเงินดิจิทัล,  $\hat{\mu}$  คือ เมทริกซ์อัตราผลตอบแทนของสกุลเงินดิจิทัล,  $\hat{r}$  คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของพอร์ตโฟลิโอ,  $\sigma^2$  คือ ความแปรปรวนของพอร์ตโฟลิโอที่คาดหวังและ  $\mathbf{1}$  คือ เมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็น 1

สมการที่ 3.13 หมายถึง ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งต้องการสัดส่วนในพอร์ตโฟลิโอ ที่ให้อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังสูงสุดของพอร์ตโฟลิโอ ภายใต้เงื่อนไข สมการที่ 3.14 คือ การกำหนดระดับความแปรปรวนของพอร์ตโฟลิโอ ต้องไม่เกินเท่าไร สมการที่ 3.15 คือ การกำหนดให้ผลรวมของสัดส่วนการลงทุนทั้งหมดจะต้องเท่ากับ 1 “Capital Budget Constraint” สมการที่ 3.16 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของแต่ละสินทรัพย์ในพอร์ตโฟลิโอ ต้องไม่ติดลบ “Long-Only Constraint” และการถือสินทรัพย์ 1 ตัวนั้นต้องไม่เกิน 0.4 หรือ 40% ของพอร์ตโฟลิโอ สมการที่ 3.17 คือ การกำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของสินทรัพย์ 5 อันดับแรก เป็นสัดส่วน 80% / 60% / 40% ของพอร์ตโฟลิโอโดยขึ้นอยู่กับการกระจายความเสี่ยงในการลงทุน

### 3.5.4 การลดความเสี่ยงโดยการกระจายการลงทุน (Risk Diversification)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอรูปแบบการกระจายการลงทุนโดยคำนึงถึงขนาดของสกุลเงินดิจิทัล โดยจะแบ่งสกุลเงินดิจิทัลออกเป็น 2 ประเภทในแต่ละช่วงไตรมาส ได้แก่ สกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ หรือ กลุ่มสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกเรียงลำดับตามมูลค่าตามตลาด (Market Capitalization) และ สกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก หรือ กลุ่มสกุลเงินดิจิทัลอันดับที่ 6-30 เรียงลำดับตามมูลค่าตามตลาด โดยในพอร์ตโฟลิโอนั้นจะต้องมีการจัดสรรการลงทุนให้ครอบคลุมทั้งสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ และ สกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก เพื่อเป็นการกระจายความเสี่ยงในการลงทุน และเพิ่มโอกาสในการลงทุนกับสกุลเงินดิจิทัลหลายๆ ตัว

สกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ จะเป็นกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่ได้รับความนิยมในการซื้อขาย ทำให้เกิดสภาพคล่องในการซื้อขายสูง สกุลเงินดิจิทัลเหล่านี้ค่อนข้างได้รับความเชื่อมั่นจากนักลงทุนสูง ทำให้สินทรัพย์เหล่านี้จะมีความเสี่ยงเฉพาะตัวต่ำ ส่วนสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็กเป็นกลุ่มที่ความผันผวนของราคาสูงกว่าเนื่องจากปริมาณการซื้อขายที่เบาบางกว่าเมื่อเทียบกับสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ ทำให้สกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็กสามารถเกิดความผันผวนสูง แต่ก็เป็นโอกาสในการสร้างผลตอบแทนได้สูงกว่าสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ การมีสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็กในพอร์ตโฟลิโอจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการสร้างผลตอบแทนให้พอร์ตโฟลิโอ ถ้าหากถือครองในสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดสัดส่วนการลงทุนของสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่และสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการกระจายการลงทุนออกเป็น 3 รูปแบบแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รูปแบบการกระจายการลงทุนตามขนาดสกุลเงินดิจิทัล

| สัดส่วนการลงทุน (Large Cap Assets / Small Cap Assets) | Portfolio              |
|-------------------------------------------------------|------------------------|
| 80/20                                                 | Conservative Portfolio |
| 60/40                                                 | Balanced Portfolio     |
| 40/60                                                 | High Risk Portfolio    |

พอร์ตโฟลิโอแบบอนุรักษ์ (Conservative Portfolio) พอร์ตโฟลิโอประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นสกุลเงินดิจิทัลที่มีมูลค่าตามราคาตลาดสูงมีความเสี่ยงน้อยที่สุด ดังนั้นความน่าจะเป็นของการสูญเสียเงินทุนอย่างรวดเร็วจึงค่อนข้างต่ำ ในทางกลับกัน นักลงทุนอาจจะไม่ได้รับรายได้มากมาย

พอร์ตโฟลิโอแบบปานกลาง (Balanced Portfolio) พอร์ตโฟลิโอประเภทนี้จะพบได้มากที่สุด นักลงทุนต้องใช้ประสบการณ์การลงทุน โดยพอร์ตโฟลิโอนี้จะสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่าพอร์ตโฟลิโอแบบอนุรักษ์ แต่นักลงทุนก็ต้องรับความเสี่ยงให้ได้มากขึ้น

พอร์ตโฟลิโอแบบความเสี่ยงสูง (High Risk Portfolio) พอร์ตโฟลิโอประเภทนี้เป็นรูปแบบที่นักลงทุนที่ชอบความเสี่ยงนิยมนำมาใช้กัน เนื่องจากสามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงมากเมื่อเทียบกับ 2 รูปแบบที่กล่าวไปในข้างต้น แต่ก็ยังเป็นรูปแบบที่ต้องรับความเสี่ยงสูงมากเช่นกัน

สำหรับในบางกลุ่มที่เงื่อนไขของข้อจำกัดไม่สามารถหาคำตอบได้จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 แบบในข้างต้น จะทำการตัดเงื่อนไขในส่วนของ Diversification ออกเหลือเพียงเงื่อนไขของสัดส่วนการถือครองสินทรัพย์ 1 ตัวที่ต้องไม่เกิน 40% ของพอร์ตโฟลิโอ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือ เพื่อจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลและจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ ทำให้ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ผลการจัดกลุ่มด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีนและการพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล (2) ผลการจัดพอร์ตโฟลิโอจากการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีทั้งหมด 4 ช่วงเวลาดังต่อไปนี้ ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564

#### 4.1 ผลการจัดกลุ่มด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีนและการพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะแสดงผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลจาก K-means Clustering ซึ่งจะเป็นการนำเอาข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือน มาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ ณ ไตรมาสปัจจุบัน โดยจะคำนวณปัจจัยสำหรับการแบ่งกลุ่มตั้งแต่ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับการระบุจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมนั้นจะพิจารณาจาก Elbow Method และหลังจากที่ได้ผลการจัดกลุ่มในแต่ละไตรมาสแล้ว ผู้วิจัยจะทำการพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่เหมาะสมกับประเภทของนักลงทุนออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

##### 1. กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group)

สกุลเงินดิจิทัลประเภทนี้จะมีมีความผันผวนของราคาต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยผลตอบแทนอาจจะไม่ได้สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ก็ยังเป็นระดับความเสี่ยงที่เหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน สำหรับกลุ่มนี้จะเหมาะกับนักลงทุนที่ไม่ชอบความเสี่ยง แต่อยากลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลซึ่งเป็นสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงสูง

##### 2. กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group)

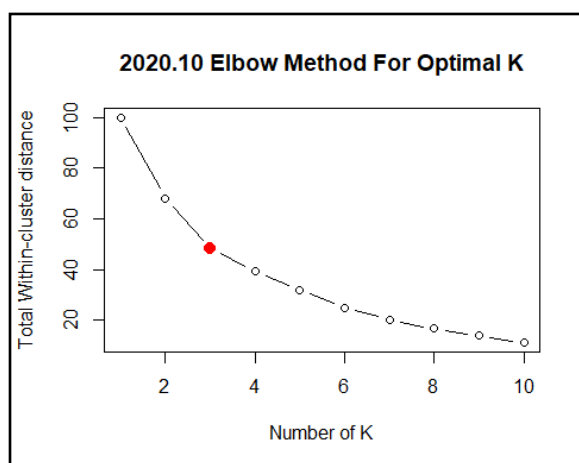
สกุลเงินดิจิทัลประเภทนี้จะพิจารณามองเป็น อัตราส่วน Maximum Return per Yang Zhang Volatility Estimation สูงที่สุด หรือที่หนึ่งหน่วยของความเสี่ยงสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มนี้จะสามารถสร้างผลตอบแทนออกมาได้มากที่สุด สำหรับกลุ่มนี้จะเหมาะกับนักลงทุนที่มองหาความคุ้มค่าในการลงทุนระหว่างผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงที่ได้รับ

### 3. กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group)

สกุลเงินดิจิทัลประเภทนี้ คือกลุ่มที่มีผลตอบแทนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ไม่ได้พิจารณาถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยกลุ่มนี้จะเหมาะสมนักลงทุนที่สามารถรับความเสี่ยงได้สูงเพื่อที่จะได้รับผลตอบแทนที่สูงตามมา

#### 4.1.1 ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563

ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563 จากการแบ่งกลุ่มด้วย K-means Clustering และวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method ผลลัพธ์ที่ได้ คือสามารถพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมได้เป็น 3 กลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 4.1 สำหรับค่า Centroid สำหรับปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการจัดกลุ่มแบบเคมีน ได้แก่ (1) ค่า Beta จาก CAPM (2) อัตราผลตอบแทนลอการิทึมเฉลี่ย (3) Yang Zhang Volatility Estimation (S.D.) (4) Maximum Drawdowns ของสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 4/2563

ตารางที่ 4.1 ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 4/2563

| Beta      | Return    | S.D.      | MaxDD     |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.2197964 | 0.0462450 | 0.3877621 | 0.4428364 |
| 0.9927200 | 0.4232629 | 0.3166214 | 0.2789771 |
| 1.423550  | 0.595562  | 0.518934  | 0.485476  |

จากตารางที่ 4.1 สกุลเงินดิจิทัลแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 กลุ่ม เมื่อพิจารณาจากค่า Centroid ในแต่ละกลุ่ม

(กลุ่มที่1) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.22 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 4.62% ความผันผวน 38.78% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 44.28% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนต่ำและความผันผวนสูง

(กลุ่มที่2) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนใกล้เคียงกับตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.99 ซึ่ง มีค่าใกล้เคียงกับ 1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 42.33% ความผันผวน 31.66% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 27.90% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนค่อนข้างสูงและเกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

(กลุ่มที่3) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.42 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 59.56% ความผันผวน 51.89% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 48.55% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนและความเสี่ยงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ สำหรับรายละเอียดสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังภาพที่ 4.2

| > Data[km.out\$cluster==1,] |         |          |         |         | > Data[km.out\$cluster==2,] |         |         |         |         |
|-----------------------------|---------|----------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                             | Beta    | Return   | YZ.SD   | MaxDD   |                             | Beta    | Return  | YZ.SD   | MaxDD   |
| BCH                         | 1.13306 | 0.01921  | 0.27723 | 0.35041 | BTC                         | 0.68806 | 0.14156 | 0.15756 | 0.17515 |
| LTC                         | 1.19747 | 0.10458  | 0.39873 | 0.36084 | ETH                         | 1.24781 | 0.42908 | 0.39061 | 0.32755 |
| EOS                         | 1.15091 | 0.06866  | 0.43212 | 0.37062 | XRP                         | 0.97064 | 0.30336 | 0.26247 | 0.29800 |
| BSV                         | 1.19863 | 0.07157  | 0.48371 | 0.41266 | BNB                         | 1.05021 | 0.55919 | 0.28841 | 0.26821 |
| XLM                         | 1.09763 | 0.06877  | 0.33794 | 0.41613 | XMR                         | 0.97243 | 0.47376 | 0.34046 | 0.24028 |
| ADA                         | 1.33271 | 0.01037  | 0.36157 | 0.48591 | TRX                         | 0.68264 | 0.43123 | 0.39456 | 0.38722 |
| IOTA                        | 1.25542 | 0.16735  | 0.36477 | 0.45156 | NEO                         | 1.33725 | 0.62466 | 0.38228 | 0.25643 |
| DASH                        | 1.32602 | -0.00326 | 0.46248 | 0.64127 | > Data[km.out\$cluster==3,] |         |         |         |         |
| XTZ                         | 1.36611 | -0.09087 | 0.38809 | 0.55312 |                             | Beta    | Return  | YZ.SD   | MaxDD   |
| ETC                         | 0.86983 | -0.06962 | 0.41110 | 0.38050 | LINK                        | 1.85650 | 0.72507 | 0.47202 | 0.60282 |
| ONT                         | 1.37391 | 0.06079  | 0.43104 | 0.36812 | ATOM                        | 1.58807 | 0.66410 | 0.46713 | 0.54819 |
| ZEC                         | 1.53792 | 0.22354  | 0.37093 | 0.47096 | MKR                         | 1.19427 | 0.26095 | 0.54619 | 0.44720 |
| DOGE                        | 1.03997 | 0.12486  | 0.30653 | 0.46531 | XEM                         | 1.02199 | 1.02416 | 0.59289 | 0.34737 |
| BAT                         | 1.19756 | -0.10852 | 0.40243 | 0.47230 | VET                         | 1.45692 | 0.30353 | 0.51644 | 0.48180 |

ภาพที่ 4.2 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563

ผู้วิจัยจะนำผลจากการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563 มาพิจารณาเป็นสกุลเงินดิจิทัล 3 รูปแบบที่เหมาะสมกับนักลงทุนประเภทต่างๆ ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) (2) กลุ่มอัตราส่วน

ผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group) (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) ตามแนวทางในการพิจารณาในตารางที่ 3.2

สำหรับการพิจารณา Low Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่2 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ Low Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 7 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.2 ใน Cluster==2) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 4/2563 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ XRP ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน ค่าเบต้าที่ 0.99 ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1.0 สุดท้ายคือเมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความผันผวนต่ำที่สุด และยังสามารถสร้างผลตอบแทนในระดับที่เหมาะสม หรือ มีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation เป็น 1.38 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1

สำหรับการพิจารณา High Return per Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่2 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return per Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 7 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.2 ใน Cluster==2) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 4/2563 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ XRP ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 ตัว เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้คุ้มค่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นมากที่สุด หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation มากที่สุด

สำหรับการพิจารณา High Return Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่2 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 7 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.2 ใน Cluster==2) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 4/2563 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ XRP ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

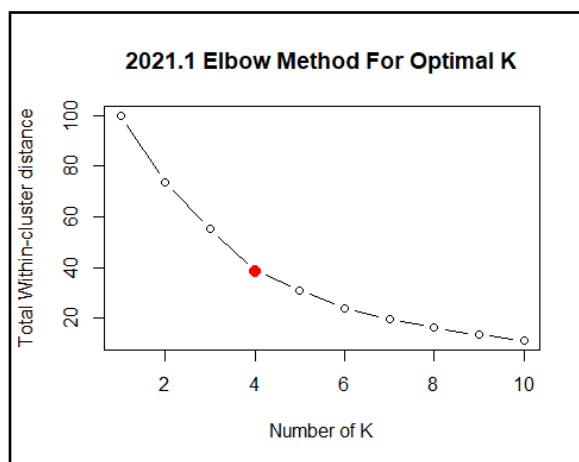
สำหรับข้อมูลสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาส 4/2563 จะแสดงได้ในภาคผนวก ง และผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563 ของสกุลเงินดิจิทัลทั้ง 3 กลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 4/2563

|              | Group1                                                                        | Group2                                                              | Group3                    | Group4 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
| Q4 /<br>2563 | BCH, LTC, EOS, BSV, XLM,<br>ADA, IOTA, DASH, XTZ,<br>ETC, ONT, ZEC, DOGE, BAT | BTC, ETH, XRP, BNB,<br>XMR, TRX, NEO                                | LINK, ATOM, MKR, XEM, VET | -      |
|              | -                                                                             | Low Risk Group, High<br>Return per Risk Group,<br>High Return Group | -                         | -      |

#### 4.1.2 ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564

ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 จากการแบ่งกลุ่มด้วย K-means Clustering และวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method ผลลัพธ์ที่ได้ คือสามารถพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมได้เป็น 4 กลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 4.3 สำหรับค่า Centroid สำหรับปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการจัดกลุ่มแบบเคมีน ได้แก่ (1) ค่า Beta จาก CAPM (2) อัตราผลตอบแทนลอการิทึมเฉลี่ย (3) Yang Zhang Volatility Estimation (S.D.) (4) Maximum Drawdowns ของสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 1/2564

ตารางที่ 4.3 ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 1/2564

| Beta       | Return      | S.D.       | MaxDD      |
|------------|-------------|------------|------------|
| 1.320320   | 0.583592    | 0.491162   | 0.292686   |
| 2.01581    | -0.00464    | 0.38993    | 0.69464    |
| 0.9199450  | 0.5170675   | 0.3199013  | 0.1936262  |
| 1.15300750 | -0.03547417 | 0.35924417 | 0.31606500 |

จากตารางที่ 4.3 สกุลเงินดิจิทัลแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 กลุ่ม เมื่อพิจารณาจากค่า Centroid ในแต่ละกลุ่ม

(กลุ่มที่1) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.32 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 58.36% ความผันผวน 49.17% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 29.27% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนและความผันผวนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

(กลุ่มที่2) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมค่อนข้างมากเนื่องจากมีค่าถึง Beta เท่ากับ 2.02 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย -0.46% ความผันผวน 39% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 69.46% แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวลงของราคาจากจุดสูงสุดของราคาค่อนข้างมาก เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนต่ำและเกิดความผันผวนสูงเนื่องจากการแก่งกำไรรของสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้มีค่อนข้างมาก

(กลุ่มที่3) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนต่ำกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.92 ซึ่ง น้อยกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 51.71% ความผันผวน 32% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 19.36% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนสูงและความผันผวนต่ำ

(กลุ่มที่4) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.15 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย -3.55% ความผันผวน 35.92% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 31.61% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนติดลบเล็กน้อยและความผันผวนในระดับปานกลาง ซึ่งในกลุ่มนี้สกุลเงินดิจิทัลส่วนใหญ่จะเป็นสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก อาจส่งผลให้พฤติกรรมราคามีความผันผวนส่งผลให้อัตราผลตอบแทนที่เกิดขึ้นติดลบ สำหรับรายละเอียดสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังภาพที่ 4.4 – 4.5

| > Data[km.out\$cluster==1,] |         |          |         |         | > Data[km.out\$cluster==3,] |         |         |         |         |
|-----------------------------|---------|----------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                             | Beta    | Return   | YZ.SD   | MaxDD   |                             | Beta    | Return  | YZ.SD   | MaxDD   |
| LTC                         | 1.29201 | 1.01497  | 0.49130 | 0.22508 | BTC                         | 0.65654 | 1.02693 | 0.18375 | 0.10516 |
| XLM                         | 1.68701 | 0.59684  | 0.36825 | 0.38513 | ETH                         | 0.95883 | 0.73305 | 0.35982 | 0.14955 |
| DASH                        | 1.16707 | 0.26192  | 0.54421 | 0.22681 | BCH                         | 1.20047 | 0.40887 | 0.29330 | 0.25458 |
| VET                         | 1.44607 | 0.40680  | 0.41979 | 0.26740 | BNB                         | 0.80243 | 0.32007 | 0.25641 | 0.19452 |
| XEM                         | 1.00944 | 0.63743  | 0.63226 | 0.35901 | ADA                         | 1.27299 | 0.58612 | 0.35682 | 0.20686 |
| > Data[km.out\$cluster==2,] |         |          |         |         | XMR                         | 0.71767 | 0.27663 | 0.43465 | 0.19235 |
|                             | Beta    | Return   | YZ.SD   | MaxDD   | MKR                         | 0.71197 | 0.00782 | 0.41091 | 0.16583 |
| XRP                         | 2.01581 | -0.00464 | 0.38993 | 0.69464 | DOGE                        | 1.03866 | 0.77705 | 0.26355 | 0.28016 |

ภาพที่ 4.4 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 (1)

| > Data[km.out\$cluster==4,] |         |          |         |         |
|-----------------------------|---------|----------|---------|---------|
|                             | Beta    | Return   | YZ.SD   | MaxDD   |
| EOS                         | 1.14238 | 0.03487  | 0.41955 | 0.35608 |
| BSV                         | 0.99688 | -0.04409 | 0.43793 | 0.26273 |
| XTZ                         | 1.09856 | -0.08907 | 0.32337 | 0.31797 |
| TRX                         | 1.02288 | 0.03990  | 0.28232 | 0.29445 |
| ATOM                        | 0.99205 | 0.13503  | 0.35831 | 0.27866 |
| LINK                        | 1.19020 | 0.20675  | 0.38647 | 0.29923 |
| NEO                         | 1.19238 | -0.26570 | 0.34295 | 0.34163 |
| ETC                         | 1.10036 | 0.06625  | 0.41871 | 0.29904 |
| IOTA                        | 1.32144 | 0.06756  | 0.34532 | 0.31034 |
| ONT                         | 1.33322 | -0.32443 | 0.34406 | 0.41337 |
| BAT                         | 1.05199 | -0.12159 | 0.30794 | 0.25995 |
| ZEC                         | 1.39375 | -0.13117 | 0.34400 | 0.35933 |

ภาพที่ 4.5 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 (2)

ผู้วิจัยจะนำผลจากการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 มาพิจารณาเป็นสกุลเงินดิจิทัล 3 รูปแบบที่เหมาะสมกับนักลงทุนประเภทต่างๆ ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) (2) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group) (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) ตามแนวทางในการพิจารณาในตารางที่ 3.2

สำหรับการพิจารณา Low Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่ 3 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ Low Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 8 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.4 ใน Cluster==3) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 1/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ BCH ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน ค่าเบต้าที่ 0.92 ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1.0 สุดท้ายคือ

เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความผันผวนต่ำที่สุด และยังสามารถสร้างผลตอบแทนในระดับที่เหมาะสม หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation เป็น 1.19 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1

สำหรับการพิจารณา High Return per Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่3 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return per Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 8 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.4 ใน Cluster==3) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 1/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ BCH ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้คุ้มค่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นมากที่สุด หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation มากที่สุด

สำหรับการพิจารณา High Return Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่1 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 5 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.4 ใน Cluster==1) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 1/2564 ทั้งหมด 1 สกุลเงิน คือ LTC ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

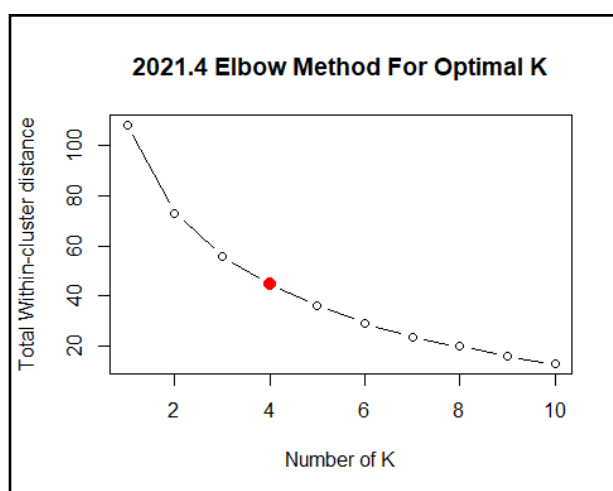
สำหรับข้อมูลสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาส 1/2564 จะแสดงได้ในภาคผนวก จ และผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564 ของสกุลเงินดิจิทัลทั้ง 4 กลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 1/2564

|           | Group1                   | Group2 | Group3                                      | Group4                                                        |
|-----------|--------------------------|--------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Q1 / 2564 | LTC, XLM, DASH, VET, XEM | XRP    | BTC, ETH, BCH, BNB, ADA, XMR, MKR, DOGE     | EOS, BSV, XTZ, TRX, ATOM, LINK, NEO, ETC, IOTA, ONT, BAT, ZEC |
|           | High Return Group        | -      | Low Risk Group, High Return per Risk Group, | -                                                             |

### 4.1.3 ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564

ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 จากการแบ่งกลุ่มด้วย K-means Clustering และวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method ผลลัพธ์ที่ได้ คือสามารถพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมได้เป็น 4 กลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 4.6 สำหรับค่า Centroid สำหรับปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการจัดกลุ่มแบบเคมีน ได้แก่ (1) ค่า Beta จาก CAPM (2) อัตราผลตอบแทนลอการิทึมเฉลี่ย (3) Yang Zhang Volatility Estimation (S.D.) (4) Maximum Drawdowns ของสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 2/2564

ตารางที่ 4.5 ผลการจัดกลุ่มไตรมาสที่ 2/2564

| Beta      | Return    | S.D.      | MaxDD     |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.1797067 | 1.9737783 | 0.6827900 | 0.2877017 |
| 0.7365586 | 2.2159600 | 0.7914486 | 0.2511314 |
| 0.8035567 | 1.9825467 | 0.9962567 | 0.4600800 |
| 0.9923358 | 0.8157867 | 0.6363033 | 0.3255600 |

จากตารางที่ 4.5 สกุลเงินดิจิทัลแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยภาพรวมสกุลเงินดิจิทัลทุกกลุ่มมีอัตราผลตอบแทนที่สูง เนื่องมาจากในช่วงไตรมาสที่ 1/2564 ตลาดสกุลเงินดิจิทัลมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นมาก เมื่อพิจารณาจากค่า Centroid ในแต่ละกลุ่ม

(กลุ่มที่1) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.18 ซึ่ง มากกว่า 1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 197.38% ความผันผวน 68.28% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 28.78% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนและความผันผวนสูงมาก แต่จะแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากมีค่าเบต้ามากกว่า 1 เพียงกลุ่มเดียว

(กลุ่มที่2) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนต่ำกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.74 ซึ่ง น้อยกว่า 1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 211.60% ความผันผวน 79.14% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 25.11% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนและความผันผวนสูงมาก โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนสูงสุด และมีความผันผวนต่ำที่สุดเมื่อพิจารณาจากความเสี่ยงและผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดที่เกิดขึ้น โดยสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้จะป็นกลุ่มที่มี Market Capitalization ขนาดเล็ก

(กลุ่มที่3) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนต่ำกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.80 ซึ่ง น้อยกว่า 1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 198.25% ความผันผวน 99.63% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 46.01% ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนและความผันผวนสูงมาก

(กลุ่มที่4) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนใกล้เคียงกับตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.99 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 81.58% ความผันผวน 63.63% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 32.56% เมื่อพิจารณาถึงอัตราผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนและความผันผวนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ แต่ยังเป็นระดับที่ค่อนข้างสูงทั้งอัตราผลตอบแทนและความผันผวน ทั้งนี้เนื่องจากในกลุ่มนี้จะป็นสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ที่ความผันผวนอาจจะไม่มากเท่ากับสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก สำหรับรายละเอียดสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังภาพที่ 4.7 – 4.8

```
> Data[km.out$cluster==1,]
      Beta Return  YZ.SD  MaxDD
BNB  1.35406 2.20591 0.54478 0.36871
ADA  0.99691 1.93217 0.62779 0.22257
DOT  1.10013 1.52866 0.81636 0.24471
VET  1.15818 1.54689 0.67739 0.28269
IOTA 1.15373 1.70904 0.65403 0.26367
BTT  1.31523 2.92000 0.77639 0.34386
> Data[km.out$cluster==2,]
      Beta Return  YZ.SD  MaxDD
UNI  0.81810 1.82134 0.67277 0.22841
THETA 0.73642 1.78983 0.64388 0.27539
FIL  0.76283 2.14895 0.72171 0.25796
KLAY 0.44929 2.08845 0.81972 0.24478
LUNA 0.86595 3.38535 1.01191 0.26433
SOL  0.72421 2.36164 1.04874 0.26966
KSM  0.79911 1.91616 0.62141 0.21739
```

ภาพที่ 4.7 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 (1)

```
> Data[km.out$cluster==3,]
      Beta Return  YZ.SD  MaxDD
DOGE 0.68391 2.42158 1.03982 0.39562
AAVE 0.74795 1.45503 0.93282 0.41543
AVAX 0.97881 2.07103 1.01613 0.56919
> Data[km.out$cluster==4,]
      Beta Return  YZ.SD  MaxDD
BTC  0.86746 0.70181 0.40241 0.25115
ETH  1.09287 1.00395 0.67608 0.27451
XRP  0.74155 0.88746 0.74682 0.34426
LTC  1.05929 0.47657 0.75212 0.30895
LINK 1.15828 0.94206 0.56374 0.28922
BCH  1.17164 0.49243 0.53303 0.37242
XLM  1.18669 1.17995 0.63099 0.35862
TRX  0.97609 1.16895 0.50625 0.25862
XMR  0.70786 0.61991 0.65107 0.32201
ATOM 0.86520 1.21429 0.63591 0.32056
EOS  1.04665 0.76040 0.75052 0.37448
BSV  1.03445 0.34166 0.78670 0.43192
```

ภาพที่ 4.8 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 (2)

ผู้วิจัยจะนำผลจากการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 มาพิจารณาเป็นสกุลเงินดิจิทัล 3 รูปแบบที่เหมาะสมกับนักลงทุนประเภทต่างๆ ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) (2) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group) (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) ตามแนวทางในการพิจารณาในตารางที่ 3.2

สำหรับการพิจารณา Low Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่ 4 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ Low Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 12 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.8 ใน Cluster==4) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่า

ตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 2/2564 ทั้งหมด 2 สกุลเงิน ได้แก่ BTC และ ETH ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน ค่าเบต้าที่ 0.99 ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1.0 สุดท้ายคือเมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความผันผวนต่ำที่สุด และยังสามารถสร้างผลตอบแทนในระดับที่เหมาะสม หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation เป็น 1.28 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1

สำหรับการพิจารณา High Return per Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่1 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return per Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 6 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.7 ใน Cluster==1) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 2/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BNB ADA และ DOT ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้คุ้มค่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นมากที่สุด หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation มากที่สุด

สำหรับการพิจารณา High Return Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่1 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 6 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.7 ใน Cluster==1) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 2/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BNB ADA และ DOT ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

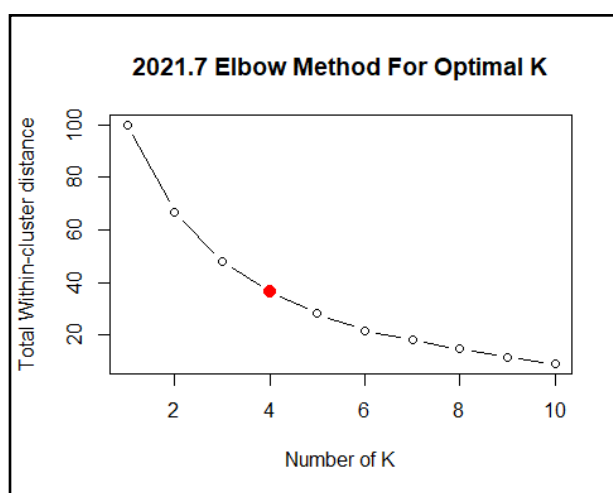
สำหรับข้อมูลสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาส 2/2564 จะแสดงได้ในภาคผนวก ฉ และผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564 ของสกุลเงินดิจิทัลทั้ง 4 กลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 2/2564

|           | Group1                                        | Group2                                | Group3           | Group4                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| Q2 / 2564 | BNB, ADA, DOT, VET, IOTA, BTT                 | UNI, THETA, FIL, KLAY, LUNA, SOL, KSM | DOGE, AAVE, AVAX | BTC, ETH, XRP, LTC, LINK, BCH, XLM, TRX, XMR, ATOM, EOS, BSV |
|           | High Return per Risk Group, High Return Group | -                                     | -                | Low Risk Group                                               |

#### 4.1.4 ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564

ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 จากการแบ่งกลุ่มด้วย K-means Clustering และวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วย Elbow Method ผลลัพธ์ที่ได้ คือสามารถพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมได้เป็น 4 กลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 4.9 สำหรับค่า Centroid สำหรับปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการจัดกลุ่มแบบเคมีน ได้แก่ (1) ค่า Beta จาก CAPM (2) อัตราผลตอบแทนลอการิทึมเฉลี่ย (3) Yang Zhang Volatility Estimation (S.D.) (4) Maximum Drawdowns ของสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.7



ภาพที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มด้วย Elbow Method ณ ไตรมาส 3/2564

ตารางที่ 4.7 ผลการจัดกลุ่ม ณ ไตรมาสที่ 3/2564

| Beta      | Return     | S.D.      | MaxDD     |
|-----------|------------|-----------|-----------|
| 1.144846  | 0.997780   | 1.003890  | 0.635356  |
| 1.2086967 | -0.6206483 | 1.0191283 | 0.7270000 |
| 0.875655  | -0.210435  | 0.584355  | 0.530975  |
| 1.1642673 | -0.2802364 | 0.7220500 | 0.6631955 |

จากตารางที่ 4.7 สกุลเงินดิจิทัลถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยภาพรวมสกุลเงินดิจิทัลทุกกลุ่มมีอัตราผลตอบแทนที่ติดลบและมีความผันผวนของราคาสูงมาก เนื่องจากตลาดสกุลเงินดิจิทัลมีการปรับฐานอย่างหนักมากในช่วงไตรมาส 2/2564 โดยภาพรวมสังเกตได้ว่าสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่มีค่าเบต้าสูงจะมีอัตราผลตอบแทนที่ติด

ลบมากกว่ากลุ่มมีค่าเบต้าต่ำ เนื่องจากมีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวม เมื่อตลาดมีการปรับตัวลดลงสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มเหล่านี้จะปรับตัวลดลงรุนแรงกว่า เมื่อพิจารณาจากค่า Centroid ในแต่ละกลุ่ม

(กลุ่มที่1) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.14 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 99.77% ความผันผวน 100.39% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 63.54% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีผลตอบแทนและความผันผวนสูงมาก โดยในช่วงที่ตลาดสกุลเงินดิจิทัลมีการปรับตัวลดลง สกุลเงินดิจิทัลกลุ่มนี้ยังคงสร้างอัตราผลตอบแทนได้สูงสวนทางกับตลาด แต่ยังคงมีความผันผวนที่สูงเช่นกัน

(กลุ่มที่2) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนมากกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.21 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย -62.06% ความผันผวน 101.91% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 72.70% เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนติดลบสูงมาก โดยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และมีความผันผวนสูงมากเช่นกัน เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้ เป็นสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก หรือมี Market Capitalization น้อยกว่าสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มอื่นๆ เมื่อตลาดมีการปรับตัวลดลง สกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้จะมีการปรับตัวลงที่รุนแรงกว่าตลาด

(กลุ่มที่3) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนต่ำกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 0.88 ซึ่ง น้อยกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย -21.04% ความผันผวน 58.43% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 53.10% ลักษณะของสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มนี้จะมีอัตราผลตอบแทนที่ติดลบน้อยกว่าสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มอื่นๆ และมีความผันผวนที่น้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ เช่นกัน เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ที่มี Market Capitalization สูง ทำให้การเคลื่อนไหวของราคาจะค่อนข้างสอดคล้องกับภาพรวมของตลาด เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนติดลบน้อยและความผันผวนต่ำ

(กลุ่มที่4) คือกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลที่มีความผันผวนสูงกว่าตลาดโดยรวมเนื่องจากมีค่า Beta เท่ากับ 1.16 ซึ่ง มากกว่า1 มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย -28.02% ความผันผวน 72.21% และผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดในช่วงไตรมาสที่ผ่านมา 66.32% เมื่อพิจารณาถึงอัตราผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งหมด จะเป็นกลุ่มที่มีอัตราผลตอบแทนติดลบน้อยและความผันผวนสูง สำหรับรายละเอียดสกุลเงินดิจิทัลแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังภาพที่ 4.10 – 4.11

```

> Data[km.out$cluster==1,]
      Beta  Return  YZ.SD  MaxDD
DOGE  1.27354  1.38516  0.86906  0.73871
SOL   0.94392  0.56507  1.01018  0.56018
MATIC 1.30031  1.09572  0.88150  0.57510
ETC   1.25772  1.32507  1.21262  0.72716
AMP   0.94874  0.61788  1.04609  0.57563
> Data[km.out$cluster==2,]
      Beta  Return  YZ.SD  MaxDD
DOT   1.22205 -0.91238  0.98992  0.69825
FIL   1.00757 -1.20298  0.94373  0.74647
EOS   1.42905 -0.35646  1.08101  0.76610
AAVE  1.09971 -0.50950  1.00236  0.70295
BSV   1.20189 -0.45291  0.99824  0.72963
CAKE  1.29191 -0.28966  1.09951  0.71860

```

ภาพที่ 4.10 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 (1)

```

> Data[km.out$cluster==3,]
      Beta  Return  YZ.SD  MaxDD
BTC   0.60957 -0.56696  0.37033  0.50270
ETH   0.91197  0.07003  0.70954  0.56558
ADA   0.94703  0.12100  0.61473  0.49761
ALGO  1.03405 -0.46581  0.64282  0.55801
> Data[km.out$cluster==4,]
      Beta  Return  YZ.SD  MaxDD
BNB   1.06932 -0.15207  0.59200  0.61331
XRP   1.22385  0.14752  0.68808  0.70199
UNI   1.12030 -0.48105  0.66758  0.62950
BCH   1.26650 -0.11427  0.63822  0.71321
LTC   1.14222 -0.39312  0.85957  0.69092
LINK  1.26017 -0.50673  0.67669  0.67865
THETA 1.12108 -0.60685  0.82774  0.58520
XLM   1.03928 -0.46011  0.67243  0.67950
VET   1.34311 -0.04000  0.80312  0.71847
TRX   1.10965 -0.27915  0.63180  0.68940
XMR   1.11146 -0.19677  0.88532  0.59500

```

ภาพที่ 4.11 รายละเอียดสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 (2)

ผู้วิจัยจะนำผลจากการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 มาพิจารณาเป็นสกุลเงินดิจิทัล 3 รูปแบบที่เหมาะสมกับนักลงทุนประเภทต่างๆ ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) (2) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group) (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) ตามแนวทางในการพิจารณาในตารางที่ 3.2

สำหรับการพิจารณา Low Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่ 3 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ Low Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 4 สกุลเงิน (ดังภาพที่

4.11 ใน Cluster==3) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 3/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ ADA ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน ค่าเบต้าที่ 0.87 ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1.0 สุดท้ายคือเมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความผันผวนต่ำที่สุด และยังสามารถสร้างผลตอบแทนในระดับที่เหมาะสม โดยถึงแม้ว่าค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation เป็น -0.36 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แต่ในภาพรวมสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มนี้จะเหมาะสมมากที่สุดกับ Low Risk Group

สำหรับการพิจารณา High Return per Risk Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่ 3 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return per Risk Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 4 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.11 ใน Cluster==3) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 3/2564 ทั้งหมด 3 สกุลเงิน ได้แก่ BTC ETH และ ADA ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้คุ้มค่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นมากที่สุด หรือมีค่า Return per Yang Zhang Volatility Estimation มากที่สุด

สำหรับการพิจารณา High Return Group ผู้วิจัยพิจารณาเลือกสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มที่ 1 เนื่องจากเป็นไปตามแนวทางการพิจารณาสำหรับ High Return Group ประกอบด้วย ขนาดของกลุ่มที่มีจำนวน 5 สกุลเงิน (ดังภาพที่ 4.10 ใน Cluster==1) ซึ่งมากกว่าขั้นต่ำที่ 4 สกุลเงิน และในกลุ่มประกอบด้วยสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาสที่ 3/2564 ทั้งหมด 1 สกุลเงิน คือ DOGE ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือขั้นต่ำ 1 สกุลเงิน เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

สำหรับข้อมูลสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ณ ไตรมาส 3/2564 จะแสดงได้ในภาคผนวก ข และผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564 ของสกุลเงินดิจิทัลทั้ง 4 กลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การพิจารณากลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ณ ไตรมาสที่ 3/2564

|           | Group1                     | Group2                         | Group3                                     | Group4                                                   |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Q2 / 2564 | DOGE, SOL, MATIC, ETC, AMP | DOT, FIL, EOS, AAVE, BSV, CAKE | BTH, ETH, ADA, ALGO                        | BNB, XRP, UNI, BCH, LTC, LINK, THETA, XLM, VET, TRX, XMR |
|           | High Return Group          | -                              | Low Risk Group, High Return per Risk Group | -                                                        |

## 4.2 ผลการจัดพอร์ตโฟลิโอจากการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะนำสกุลเงินดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับนักลงทุนทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ (1) กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Group) (2) กลุ่มอัตราส่วนผลตอบแทนต่อความเสี่ยงสูง (High Return per Risk Group) (3) กลุ่มผลตอบแทนสูง (High Return Group) ซึ่งผ่านการพิจารณาตามเกณฑ์การพิจารณาประเภทสกุลเงินดิจิทัลสำหรับการลงทุนดังตารางที่ 3.2 สำหรับการลงทุนในแต่ละไตรมาส (ณ ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564) มาจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) Minimum-Variance Portfolio (2) Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (3) Maximum-Expected-Return Portfolio โดยจะมีการกำหนดเงื่อนไขของการจัดพอร์ตโฟลิโอเพิ่มขึ้นมาคือ กำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของแต่ละสินทรัพย์ในพอร์ตโฟลิโอต้องไม่ติดลบ “Long-Only Constraint” รวมถึงการถือสินทรัพย์ 1 ตัวนั้นต้องไม่เกิน 40% ของพอร์ตโฟลิโอ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาทั้งสิ้น 9 วิธี แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การพิจารณาประเภทสกุลเงินดิจิทัลสำหรับการลงทุน

| Groups / Factor        | Beta                     | Number in Groups | Number of Top5 | First Criteria                                      | Second Criteria                                 |
|------------------------|--------------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Low Risk Group         | Lower or approximate 1.0 | ≥ 4              | ≥ 1            | Minimum Yang Zhang Volatility Estimation            | (Return / Yang Zhang Volatility Estimation > 1) |
| High Return/Risk Group | -                        |                  |                | Maximum Return/<br>Yang Zhang Volatility Estimation | Lower Beta or<br>Maximum<br>Drawdown            |
| High Return Group      |                          |                  |                | Maximum Return                                      |                                                 |

ตารางที่ 4.9 สรุปวิธีการทั้งหมดในการจัดพอร์ตโฟลิโอ

| Objectives Function / Groups      | Low Risk Group                                     | High Return per Risk Group                                     | High Return Group                                     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Minimum Variance Portfolio        | Low Risk Group + Minimum-Variance Portfolio        | High Return per Risk Group + Minimum-Variance Portfolio        | High Return Group + Minimum-Variance Portfolio        |
| Maximum-Sharpe Ratio Portfolio    | Low Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio    | High Return per Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio    | High Return Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio    |
| Maximum-Expected-Return Portfolio | Low Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio | High Return per Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio | High Return Group + Maximum-Expected-Return Portfolio |

โดยใน 9 วิธีการจัดพอร์ตโฟลิโอที่แสดงดังตารางที่ 4.9 นั้น ในแต่ละวิธีผู้วิจัยนำเอาแนวคิดการกระจายการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยง (Risk Diversification) เพื่อให้สามารถลงทุนกระจายไปตามขนาดของสกุลเงินดิจิทัลในสัดส่วนต่างๆ ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนสามารถลดความเสี่ยงได้ และยังเป็นการกระจายโอกาสในการลงทุนกับสกุลเงินดิจิทัลหลายๆ ตัวเช่นกัน โดยในการแบ่งสัดส่วนการลงทุนนั้น จะเป็นการแบ่งสัดส่วนระหว่าง สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก และ สกุลเงินดิจิทัลอันดับที่ 6-30 เรียงตามมูลค่าสินทรัพย์ตามราคาตลาด (Market Capitalization) ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564

โดยขึ้นอยู่กับว่านักลงทุนต้องการกระจายการลงทุนไปยังสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (5อันดับแรก) หรือขนาดเล็ก (อันดับที่6-25) มากน้อยเพียงใด โดยถ้ายิ่งกระจายการลงทุนไปในสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก จะยังมีความเสี่ยงที่สูงกว่า แต่ก็สามารถคาดหวังอัตราผลตอบแทนที่สูงกว่า ในทางกลับกันถ้าสัดส่วนการลงทุนส่วนใหญ่อยู่ที่สกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ ก็จะทำให้ความผันผวนของราคาสกุลเงินดิจิทัลต่ำกว่า แต่ก็คาดหวังอัตราผลตอบแทนได้ต่ำกว่าเช่นกัน โดยสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (5 ลำดับแรก) และสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็ก (ลำดับที่ 6-25) เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด ในแต่ละไตรมาส (ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564) แสดงได้ในภาคผนวก ง จ ฉ และ ช

ในการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของพอร์ตโฟลิโอวิธีต่างๆ ผู้วิจัยจะเปรียบเทียบจาก

(1) อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (Return) โดยที่ สกุลเงินดิจิทัลในพอร์ตโฟลิโอจะคำนวณจากอัตราผลตอบแทนลอการิทึม

(2) ความผันผวนของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (Volatility) จะคำนวณโดยใช้ฟังก์ชัน STDEV.S ในโปรแกรม Excel จากข้อมูลอัตราผลตอบแทนลอการิทึมของสกุลเงินดิจิทัล ซึ่งเป็นการวัดขนาดของการกระจายค่าที่ออกจากอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย สูตรการคำนวณแสดงได้ดังสมการที่ 4.1

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4.1)$$

โดยที่

$x_i$  = อัตราผลตอบแทนในพอร์ตโฟลิโอข้อมูลวันที่  $i$

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนในพอร์ตโฟลิโอ

$n$  = จำนวนของข้อมูล (วัน) ในไตรมาสที่วิเคราะห์ข้อมูล

(3) ค่า Sharpe Ratio คำนวณโดยนำอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยหารด้วยความผันผวนของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย โดยยังมีค่านี้น่าจะบ่งบอกถึงการจัดการประสิทธิภาพที่ดีในการลงทุนของพอร์ตโฟลิโอ

(4) คำนวณอัตราอัตราผลตอบแทนสะสม (Cumulative Return) จากการลงทุนในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 ด้วยการนำ  $(1 + \text{อัตราผลตอบแทนในไตรมาส 4/2563}) * (1 + \text{อัตราผลตอบแทนในไตรมาส 1/2564}) * (1 + \text{อัตราผลตอบแทนในไตรมาส 2/2564}) * (1 + \text{อัตราผลตอบแทนในไตรมาส 3/2564})$

#### 4.2.1 ผลตอบแทนจากตลาดสกุลเงินดิจิทัลจาก CCI30

ผู้วิจัยจะนำเอาผลการดำเนินงานจากตลาดสกุลเงินดิจิทัลอ้างอิงจาก CCI30 ซึ่งเป็นดัชนีสำหรับสกุลเงินดิจิทัล 30 อันดับแรก เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน (Benchmark) กับการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบต่างๆ สำหรับรายละเอียดผลการดำเนินงานของ CCI30 แสดงได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการดำเนินงานจาก CCI30 ตั้งแต่ไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564

| CCI30 (Benchmark)       | CCI30   | Return  | Volatility (S.D.) | Sharpe Ratio |
|-------------------------|---------|---------|-------------------|--------------|
|                         | 4407.87 | -       | -                 | -            |
| ไตรมาส 4/2563           | 7519.95 | 0.7060  | 0.3325            | 2.1236       |
| ไตรมาส 1/2564           | 21267.5 | 1.8281  | 0.4471            | 4.0892       |
| ไตรมาส 2/2564           | 15741.9 | -0.2598 | 0.6727            | -0.3862      |
| ไตรมาส 3/2564           | 22400.3 | 0.4230  | 0.4117            | 1.0273       |
| Average (Return & S.D.) |         | 0.6743  | 0.4660            | 1.4471       |
| Cumulative              |         | 508.19% |                   |              |

จากตารางที่ 4.10 แสดงถึงผลการดำเนินงานของตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 โดยภาพรวมในแต่ละไตรมาส ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยสำหรับ 4 ไตรมาสเป็น 67.43% ความผันผวนของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 46.60% มีค่า Sharpe Ratio 1.45 (คำนวณจากอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยหารด้วยความผันผวนของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย  $0.6743 / 0.4660$ ) และอัตราผลตอบแทนสะสมที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในทุกไตรมาสเท่ากับ 508.19% (ซึ่งคำนวณจาก  $(1+0.7060)*(1+1.8281)*(1-0.2598)*(1+0.4230)$ )

## 4.2.2 ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลกลุ่มความผันผวนต่ำ

### 4.2.2.1 Low Risk Group + Minimum Variance Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Minimum Variance Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในพอร์ตโฟลิโอ ของสกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก และสกุลเงินดิจิทัลอันดับที่ 6-25 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization) ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 โดยสกุลเงินดิจิทัล 5 ลำดับแรก และลำดับที่ 6-25 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด ในแต่ละไตรมาสแสดงได้ในภาคผนวก ง จ ฉ และ ข สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Minimum-Variance Portfolio

| Group1 MV                  | Top5 (80%) + Rank 6-30<br>(20%) |                      |                 | Top5 (60%) + Rank 6-30<br>(40%) |                      |                 | Top5 (40%) + Rank 6-30<br>(60%) |                      |                 |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|
|                            | Return                          | Volatility<br>(S.D.) | Sharpe<br>Ratio | Return                          | Volatility<br>(S.D.) | Sharpe<br>Ratio | Return                          | Volatility<br>(S.D.) | Sharpe<br>Ratio |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.7314                          | 0.4851               | 1.5078          | 0.7860                          | 0.3667               | 2.1434          | 0.8405                          | 0.2910               | 2.8880          |
| ไตรมาส 1/2564              | 2.1479                          | 0.4873               | 4.4078          | 2.6950                          | 0.5028               | 5.3595          | 3.2566                          | 0.5437               | 5.9898          |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1553                         | 0.5961               | -0.2604         | -0.2097                         | 0.6290               | -0.3334         | -0.2678                         | 0.6589               | -0.4064         |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.6390                          | 0.4151               | 1.5395          | 0.7391                          | 0.4789               | 1.5433          | 0.5424                          | 0.3900               | 1.3910          |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.8408                          | 0.4959               | 1.6954          | 1.0026                          | 0.4944               | 2.0281          | 1.0929                          | 0.4709               | 2.3210          |
| Cumulative                 | 754.61%                         |                      |                 | 906.95%                         |                      |                 | 884.81%                         |                      |                 |

จากตารางที่ 4.11 โดยภาพรวม การลงทุนในรูปแบบนี้สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) ให้อัตราอัตราผลตอบแทนสะสมที่ 754.61% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 84.08% ความผันผวนเฉลี่ย 49.59% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.6954

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) ให้อัตราอัตราผลตอบแทนสะสมที่ 906.95% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 100.26% ความผันผวนเฉลี่ย 49.44% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 2.0281

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ให้อัตราอัตราผลตอบแทนสะสมที่ 884.81% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 109.29% ความผันผวนเฉลี่ย 47.09% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 2.3210

เมื่อพิจารณาแล้วการลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 มีค่า Sharpe Ratio สูงที่สุดบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของพอร์ตโฟลิโอ แต่อย่างไรก็ตาม ในการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้มากกว่าเนื่องจากลงทุนในสัดส่วน 40/60 ในช่วงที่ตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 มีการปรับฐานลงมาในช่วงไตรมาส 2/2564 ทำให้ราคามีการปรับตัวลดลงที่รุนแรงกว่า จึงส่งผลกระทบต่ออัตราอัตราผลตอบแทนสะสมทำให้

ลดลง ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่ารูปแบบ 60/40 และ 40/60 แต่ก็ยังสามารถสร้างผลตอบแทนได้ในระดับสูงเช่นกัน และในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐานลงมา การลงทุนในสัดส่วน 80/20 สามารถควบคุมผลการปรับตัวลดลงของอัตราผลตอบแทนในพอร์ตโฟลิโอได้ดีกว่า จึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า

#### 4.2.2.2 Low Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Sharpe Ratio Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

| Group1 SR                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.4559                  | 0.5277 | 0.8639  | 0.4088                  | 0.4548 | 0.8991  | 0.2798                  | 0.4300 | 0.6507  |
| ไตรมาส 1/2564              | 3.0740                  | 0.9776 | 3.1444  | 3.7422                  | 1.1838 | 3.1613  | 4.6340                  | 1.4938 | 3.1021  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1988                 | 0.5991 | -0.3318 | -0.2038                 | 0.6504 | -0.3133 | -0.2100                 | 0.7098 | -0.2958 |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  | 0.8419                  | 0.5223 | 1.6120  | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 1.0154                  | 0.6414 | 1.5829  | 1.1973                  | 0.7028 | 1.7036  | 1.3586                  | 0.7738 | 1.7558  |
| Cumulative                 | 822.31%                 |        |         | 979.82%                 |        |         | 985.71%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.12 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 822.31% ผลตอบแทนเฉลี่ย 101.54% ความผันผวนเฉลี่ย 64.14% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.5829

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 979.82% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 119.73% ความผันผวนเฉลี่ย 70.28% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.7036

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 985.71% ผลตอบแทนเฉลี่ย 135.86% ความผันผวนเฉลี่ย 77.38% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.7558

เมื่อพิจารณาแล้วการลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 มีค่า Sharpe Ratio สูงที่สุดบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่อย่างไรก็ตาม ในการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้มากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากลงทุนในสัดส่วน 40/60 ในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐานลงมาในช่วงไตรมาส 2/2564 ราคามีการปรับตัวลดลงรุนแรงกว่า จึงส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนสะสมที่ลดลง ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่าอีก 2 แบบ แต่ก็สามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงเช่นกัน และในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐาน การลงทุนในสัดส่วน 80/20 สามารถควบคุมผลการขาดทุนได้ดีกว่าเล็กน้อย และความผันผวนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด จึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า

#### 4.2.2.3 Low Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Expected-Return Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการดำเนินงานจาก Low Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

| Group1 MR     | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|---------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|               | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563 | 0.3780                  | 0.5526 | 0.6841  | 0.3327                  | 0.4633 | 0.7180  | 0.4081                  | 0.3635 | 1.1227  |
| ไตรมาส 1/2564 | 3.0740                  | 0.9776 | 3.1444  | 4.7277                  | 1.7249 | 2.7409  | 5.5398                  | 1.7287 | 3.2045  |
| ไตรมาส 2/2564 | -0.2297                 | 0.6090 | -0.3771 | -0.2806                 | 0.6773 | -0.4143 | -0.2178                 | 0.7550 | -0.2884 |

|                            |         |        |        |          |        |        |          |        |        |
|----------------------------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| ไตรมาส 3/2564              | 0.7304  | 0.4614 | 1.5830 | 0.8419   | 0.5223 | 1.6120 | 0.7304   | 0.4614 | 1.5830 |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.9882  | 0.6501 | 1.5199 | 1.4054   | 0.8469 | 1.6594 | 1.6151   | 0.8271 | 1.9527 |
| Cumulative                 | 748.29% |        |        | 1011.48% |        |        | 1246.44% |        |        |

จากตารางที่ 4.13 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 748.29% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 98.82% ความผันผวนเฉลี่ย 65.01% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.5199

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 1011.48% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 140.54% ความผันผวนเฉลี่ย 84.69% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.6594

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 1246.44% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 161.51% ความผันผวนเฉลี่ย 82.71% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.9527

โดยภาพรวมแล้วการจัดพอร์ตพอลิโอในรูปแบบนี้จะมีค่าความผันผวนเฉลี่ยที่สูงกว่า แต่ก็แลกมากด้วยโอกาสที่จะได้อัตราผลตอบแทนที่สูงขึ้นเช่นกันสังเกตได้จากผลตอบแทนจากการลงทุนใน 40/60 ที่มีอัตราผลตอบแทนมากถึง 1246.44% แต่ค่า Sharpe Ratio อาจจะไม่ได้สูงกว่าเมื่อเทียบการจัดพอร์ตพอลิโอแบบ Minimum Variance Portfolio แต่ค่า Sharpe Ratio ยังคงสูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ในการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้น้อยกว่า เนื่องจากลงทุนในสัดส่วน 40/60 มีการกระจายการลงทุนไปในสกุลเงินดิจิทัลขนาดเล็กในสัดส่วนที่มากกว่า ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่าอีกรูปแบบ 60/40 และ 40/60 แต่ก็สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนได้สูงเช่นกัน โดยมีความผันผวนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าประมาณ 20% จึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า

## 4.2.3 ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล High Return per Risk Group

### 4.2.3.1 High Return per Risk Group + Minimum Variance Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return per Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Minimum Variance Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล ขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการดำเนินงานจาก High Return per Risk Group + Minimum Variance Portfolio

| Group2 MV                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.7314                  | 0.4851 | 1.5078  | 0.7860                  | 0.3667 | 2.1434  | 0.8405                  | 0.2910 | 2.8880  |
| ไตรมาส 1/2564              | 2.1479                  | 0.4873 | 4.4078  | 2.6950                  | 0.5028 | 5.3595  | 3.2566                  | 0.5437 | 5.9898  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.2472                 | 0.7821 | -0.3161 | -0.2668                 | 0.8020 | -0.3327 | -0.2864                 | 0.8314 | -0.3445 |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.6390                  | 0.4151 | 1.5395  | 0.7391                  | 0.4789 | 1.5433  | 0.5424                  | 0.3900 | 1.3910  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.8178                  | 0.5424 | 1.5077  | 0.9883                  | 0.5376 | 1.8383  | 1.0883                  | 0.5140 | 2.1171  |
| Cumulative                 | 672.46%                 |        |         | 841.42%                 |        |         | 862.26%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.14 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 672.46% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 81.78% ความผันผวนเฉลี่ย 54.24% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.5077

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 841.42% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 98.83% ความผันผวนเฉลี่ย 53.76% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.8383

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 862.26% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 108.83% ความผันผวนเฉลี่ย 51.40% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 2.1171

เมื่อพิจารณาแล้วการลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 มีค่า Sharpe Ratio สูงที่สุดบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ในขณะที่การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้ใกล้เคียงกับการลงทุนในสัดส่วน 40/60 แต่ค่า Sharpe Ratio มีค่าน้อยกว่าเนื่องจากมีความผันผวนเฉลี่ยที่มากกว่าและอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต่ำกว่า ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่าอีก 2 แบบ แต่ก็สามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงเช่นกัน แต่ในเชิงของประสิทธิภาพอาจจะมีการกระจายการลงทุนในสัดส่วนอื่นๆ ไม่ได้ เพราะถึงแม้จะลงทุนในกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่แต่ ความผันผวนเฉลี่ยก็มีค่ามากกว่าและอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่ำกว่า

#### 4.2.3.2 High Return per Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return per Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Sharpe Ratio Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) 60/40 (5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) และ 40/60 (5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการดำเนินงานจาก High Return per Risk Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

| Group2 SR                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.4559                  | 0.5277 | 0.8639  | 0.4088                  | 0.4548 | 0.8991  | 0.2798                  | 0.4300 | 0.6507  |
| ไตรมาส 1/2564              | 3.0740                  | 0.9776 | 3.1444  | 3.7422                  | 1.1838 | 3.1613  | 4.6340                  | 1.4938 | 3.1021  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1690                 | 0.7573 | -0.2232 | -0.1664                 | 0.7774 | -0.2140 | -0.2179                 | 0.8057 | -0.2705 |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  | 0.8419                  | 0.5223 | 1.6120  | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 1.0228                  | 0.6810 | 1.5019  | 1.2066                  | 0.7345 | 1.6427  | 1.3566                  | 0.7977 | 1.7005  |
| Cumulative                 | 852.83%                 |        |         | 1025.85%                |        |         | 975.74%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.15 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 852.83% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 102.28% ความผันผวนเฉลี่ย 68.10% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.5019

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 1025.85% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 120.66% ความผันผวนเฉลี่ย 73.45% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.6427

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 975.74% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 135.66% ความผันผวนเฉลี่ย 79.77% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.7005

เมื่อพิจารณาการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างผลตอบแทนโดยภาพรวมได้สูงกว่า Minimum Variance Portfolio แต่ค่า Sharpe Ratio ที่เกิดขึ้นนั้นโดยรวมก็จะต่ำกว่า เนื่องจากมีความผันผวนของราคาที่สูงเพิ่มมากกว่า 20% - 30% ถึงแม้ว่าผลตอบแทนจะเพิ่มขึ้นนั้นหมายถึงนักลงทุนต้องรับความเสี่ยงให้ได้มากขึ้นเพื่อผลตอบแทนที่มากขึ้น จากการลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 มีค่า Sharpe Ratio สูงที่สุดบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่อย่างไรก็ตาม ในการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้มากกว่า เนื่องจากลงทุนในสัดส่วน 40/60 ในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐานในช่วงไตรมาส 2/2564 ราคามีการลดลงรุนแรงกว่า จึงส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนสะสมที่ลดลง ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่าอีก 2 แบบ แต่ก็สามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงเช่นกัน และในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐาน การลงทุนในสัดส่วน 80/20 สามารถควบคุมผลการขาดทุนได้ดีกว่าเล็กน้อย และความผันผวนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด จึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า แต่โดยภาพรวมก็ยังสามารถเอาชนะตลาดได้ทั้งหมด

#### 4.2.3.3 High Return per Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return per Risk Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Expected-Return Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) 60/40 (5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) และ 40/60 (5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ในช่วงไตรมาส

มาส์ที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการดำเนินงานจาก High Return/Risk Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

| Group2 MR                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.3780                  | 0.5526 | 0.6841  | 0.3327                  | 0.4633 | 0.7180  | 0.4081                  | 0.3635 | 1.1227  |
| ไตรมาส 1/2564              | 3.0740                  | 0.9776 | 3.1444  | 4.7277                  | 1.7249 | 2.7409  | 5.5398                  | 1.7287 | 3.2045  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1051                 | 0.7507 | -0.1400 | -0.2306                 | 0.8001 | -0.2882 | -0.3542                 | 0.8299 | -0.4268 |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  | 0.8419                  | 0.5223 | 1.6120  | 0.7304                  | 0.4614 | 1.5830  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 1.0193                  | 0.6856 | 1.4868  | 1.4179                  | 0.8777 | 1.6156  | 1.5810                  | 0.8459 | 1.8691  |
| Cumulative                 | 869.30%                 |        |         | 1081.71%                |        |         | 1029.08%                |        |         |

จากตารางที่ 4.16 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 869.30% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 101.93% ความผันผวนเฉลี่ย 68.56% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.4868

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 1081.71% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 141.79% ความผันผวนเฉลี่ย 87.77% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.6156

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 1029.08% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 158.10% ความผันผวนเฉลี่ย 84.59% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.8691

โดยภาพรวมแล้วการจัดพอร์ตโฟลิโอในรูปแบบนี้จะมีค่าความผันผวนเฉลี่ยที่สูงกว่ารูปแบบอื่นๆ แต่ก็แลกมากด้วยโอกาสที่จะได้ผลตอบแทนสูงเช่นกัน สังเกตได้จากผลตอบแทนจากการลงทุนใน 40/60 ที่มีผลตอบแทนมากถึง 1029.08% แต่ค่า Sharpe Ratio ก็ไม่ได้มากไปกว่า Minimum Variance Portfolio จากการลงทุนด้วย

สัดส่วน 40/60 มีค่า Sharpe Ratio สูงที่สุดบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่อย่างไรก็ตาม ในการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 กลับสร้างอัตราผลตอบแทนสะสมได้มากกว่า เนื่องจากลงทุนในสัดส่วน 40/60 ในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐานในช่วงไตรมาส 2/2564 ราคามีการลดลงรุนแรงกว่า จึงส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนสะสมที่ลดลง ในขณะที่การลงทุนในสัดส่วน 80/20 ถึงแม้ว่าจะสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และค่า Sharpe Ratio ได้ต่ำกว่าอีก 2 แบบ แต่ก็สามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงเช่นกัน และในช่วงที่ตลาดมีการปรับฐาน การลงทุนในสัดส่วน 80/20 สามารถควบคุมผลการขาดทุนได้ดีกว่า และความผันผวนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด จึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า แต่โดยภาพรวมก็ยังสามารถเอาชนะตลาดได้ทั้งหมด

#### 4.2.4 ผลตอบแทนจากการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล High Return Group

##### 4.2.4.1 High Return Group + Minimum Variance Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Minimum Variance Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการดำเนินงานจาก High Return Group + Minimum Variance Portfolio

| Group3 MV                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.7314                  | 0.4851 | 1.5078  | 0.7860                  | 0.3667 | 2.1434  | 0.8405                  | 0.2910 | 2.8880  |
| ไตรมาส 1/2564              | 1.1014                  | 0.5956 | 1.8493  | 1.1014                  | 0.5956 | 1.8493  | 0.9654                  | 0.5719 | 1.6881  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.2472                 | 0.7821 | -0.3161 | -0.2668                 | 0.8020 | -0.3327 | -0.2864                 | 0.8314 | -0.3445 |
| ไตรมาส 3/2564              | 1.5096                  | 0.4847 | 3.1142  | 1.5096                  | 0.4847 | 3.1142  | 1.2489                  | 0.4830 | 2.5860  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.7738                  | 0.5869 | 1.3185  | 0.7825                  | 0.5622 | 1.3918  | 0.6921                  | 0.5443 | 1.2715  |
| Cumulative                 | 687.34%                 |        |         | 690.54%                 |        |         | 580.50%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.17 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ได้สูงกว่าตลาดสกุลเงินดิจิทัล CCI30 ทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 687.34% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 77.38% ความผันผวนเฉลี่ย 58.69% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.3185

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 690.54% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 78.25% ความผันผวนเฉลี่ย 56.22% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.3918

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 580.50% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 69.21% ความผันผวนเฉลี่ย 54.43% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 1.2715

สำหรับการลงทุนในรูปแบบนี้ถึงแม้ว่าผลตอบแทนจะสามารถเอาชนะตลาดได้ทั้งหมด แต่เมื่อดูที่ค่า Sharpe Ratio จะเห็นว่าต่ำกว่าตลาดทั้งหมดเนื่องจากอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต่ำ แต่ความผันผวนยังคงเยอะ การลงทุนลักษณะนี้จึงมีความเสี่ยงในการลงทุนค่อนข้างมาก และ เมื่อพิจารณาแล้วการลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 และ 80/20 ผลลัพธ์ทั้งในแง่ของผลตอบแทนและค่า Sharpe Ratio แตกต่างกันเล็กน้อย แต่การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 กลับทำให้อัตราผลตอบแทนสะสมแย่ลงและค่า Sharpe Ratio ที่น้อยลงเช่นกัน

#### 4.2.4.2 High Return Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Sharpe Ratio Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) 60/40 (5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) และ 40/60 (5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการดำเนินงานจาก High Return Group + Maximum-Sharpe Ratio Portfolio

| Group3 SR                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.4559                  | 0.5277 | 0.8639  | 0.4088                  | 0.4548 | 0.8991  | 0.2798                  | 0.4300 | 0.6507  |
| ไตรมาส 1/2564              | 0.9171                  | 0.5469 | 1.6768  | 0.9171                  | 0.5469 | 1.6768  | 0.9171                  | 0.5469 | 1.6768  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1690                 | 0.7573 | -0.2232 | -0.1664                 | 0.7774 | -0.2140 | -0.2179                 | 0.8057 | -0.2705 |
| ไตรมาส 3/2564              | 0.0237                  | 0.5284 | 0.0449  | 0.0237                  | 0.5284 | 0.0449  | 0.0047                  | 0.5283 | 0.0089  |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.3069                  | 0.5901 | 0.5201  | 0.2958                  | 0.5769 | 0.5128  | 0.2459                  | 0.5777 | 0.4256  |
| Cumulative                 | 237.43%                 |        |         | 230.50%                 |        |         | 192.78%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.18 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ที่ต่ำกว่าตลาดทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 80% และ อันดับที่ 6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 237.43% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 30.69% ความผันผวนเฉลี่ย 59.01% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.5201

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 60% และ อันดับที่ 6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 230.50% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 29.58% ความผันผวนเฉลี่ย 57.69% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.5128

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 192.78% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 24.59% ความผันผวนเฉลี่ย 57.77% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.4256

ภาพรวมของวิธีการลงทุนแบบนี้ ไม่สามารถทำผลตอบแทนให้เอาชนะตลาดได้ แต่กลับกัน ทั้งผลตอบแทน และค่า Sharpe Ratio น้อยกว่าตลาดเกือบเท่าตัว จึงไม่เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการลงทุน

#### 4.2.4.3 High Return Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

การจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้จะนำเอาสกุลเงินดิจิทัล High Return Group ในแต่ละไตรมาส มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ Maximum-Expected-Return Portfolio โดยมีการแบ่งสัดส่วนการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 (5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) 60/40 (5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) และ 40/60 (5อันดับแรก 40% และ อันดับที่6-25 60%) ในช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564 สำหรับรายละเอียดของการลงทุนโดยกระจายการลงทุนตามสัดส่วนต่างๆ ในการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบนี้ แสดงได้ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลการดำเนินงานจาก High Return Group + Maximum-Expected-Return Portfolio

| Group3 MR                  | Top5 (80%) + 6-30 (20%) |        |         | Top5 (60%) + 6-30 (40%) |        |         | Top5 (40%) + 6-30 (60%) |        |         |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|
|                            | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  | Return                  | S.D.   | Sharpe  |
| ไตรมาส 4/2563              | 0.3780                  | 0.5526 | 0.6841  | 0.3327                  | 0.4633 | 0.7180  | 0.4081                  | 0.3635 | 1.1227  |
| ไตรมาส 1/2564              | 0.6432                  | 0.5720 | 1.1245  | 0.6432                  | 0.5720 | 1.1245  | 0.6432                  | 0.5720 | 1.1245  |
| ไตรมาส 2/2564              | -0.1051                 | 0.7507 | -0.1400 | -0.2306                 | 0.8001 | -0.2882 | -0.3542                 | 0.8299 | -0.4268 |
| ไตรมาส 3/2564              | -0.0085                 | 0.5213 | -0.0164 | -0.0085                 | 0.5213 | -0.0164 | -0.0085                 | 0.5213 | -0.0164 |
| Average<br>(Return & S.D.) | 0.2269                  | 0.5991 | 0.3787  | 0.1842                  | 0.5892 | 0.3126  | 0.1721                  | 0.5716 | 0.3011  |
| Cumulative                 | 200.90%                 |        |         | 167.04%                 |        |         | 148.15%                 |        |         |

จากตารางที่ 4.19 จากภาพรวมของการลงทุนในรูปแบบนี้ สามารถสร้างอัตราผลตอบแทนสะสม และมีค่า Sharpe Ratio ที่ต่ำกว่าตลาดทั้งหมด

การลงทุนด้วยสัดส่วน 80/20 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 80% และ อันดับที่6-25 20%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 200.90% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 22.69% ความผันผวนเฉลี่ย 59.91% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.3787

การลงทุนด้วยสัดส่วน 60/40 (สกุลเงินดิจิทัล 5อันดับแรก 60% และ อันดับที่6-25 40%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 167.04% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 18.42% ความผันผวนเฉลี่ย 58.92% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.3126

การลงทุนด้วยสัดส่วน 40/60 (สกุลเงินดิจิทัล 5 อันดับแรก 40% และ อันดับที่ 6-25 60%) ให้อัตราผลตอบแทนสะสมที่ 148.15% อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย 17.21% ความผันผวนเฉลี่ย 57.16% และมีค่า Sharpe Ratio ที่ 0.3011

ภาพรวมของวิธีการลงทุนแบบนี้ ไม่สามารถทำผลตอบแทนให้เอาชนะตลาดได้ แต่กลับกัน ทั้งผลตอบแทน และค่า Sharpe Ratio น้อยกว่าตลาดเกือบเท่าตัว จึงไม่เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการลงทุน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยจะแบ่งการสรุปผลออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) จากการศึกษาและวิเคราะห์การจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีนด้วยปัจจัยทั้งหมด 4 อย่าง ได้แก่ (1) Average Quarterly Log Return (2) Yang Zhang Volatility Estimation (S.D.) (3) CAPM Beta (4) Maximum Drawdown และ (2) การจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ สำหรับข้อมูลรายไตรมาสตั้งแต่ช่วงไตรมาสที่ 4/2563 – 3/2564

(2) การจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์ โดยหลังจากที่ได้ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล ผู้วิจัยได้พิจารณาสกุลเงินดิจิทัลออกเป็น 3 ประเภทที่เหมาะสมกับนักลงทุน ซึ่งกลุ่มของสกุลเงินดิจิทัลที่นำมาพิจารณา คือ (1) Low Risk Group (2) High Return/Risk Group (3) High Return Group ตามแนวทางการพิจารณาในเกณฑ์การพิจารณาประเภทสกุลเงินดิจิทัลสำหรับการลงทุน จากตารางที่ 3.2 และนำสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มต่างๆ มาจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบ (1) Minimum-Variance Portfolio (2) Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (3) Maximum-Expected-Return Portfolio โดยการจัดพอร์ตโฟลิโอจะเป็นลักษณะของการจัดพอร์ตโฟลิโอใหม่ในทุกๆ ไตรมาส และนำผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบผลการดำเนินงานด้วย Average Return Cumulative Return และ Sharpe Ratio

#### 5.1 การจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีน

งานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอวิธีการจำแนกประเภทของสกุลเงินดิจิทัล ด้วยการจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-means Clustering) โดยผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลลักษณะที่พบมากที่สุด ได้แก่ (1) High Volatility + High Return (2) Low Volatility + High Return (3) High Volatility + Low Return (4) High Speculation สำหรับผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลในแต่ละไตรมาส แสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลในแต่ละไตรมาส

|           | Group1                        | Group2                                   | Group3                                                                  | Group4                                 |
|-----------|-------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Q4 / 2020 | LINK, ATOM, MKR, XEM, VET     | BTC, ETH, XRP, BNB, XMR, TRX, NEO        | BCH, LTC, EOS, BSV, XLM, ADA, IOTA, DASH, XTZ, ETC, ONT, ZEC, DOGE, BAT | -                                      |
|           | High Volatility + High Return | Low Volatility + High Return             | High Volatility + Low Return                                            | -                                      |
| Q1 / 2021 | LTC, XLM, DASH, VET, XEM      | BTC, ETH, BCH, BNB, ADA, XMR, MKR, DOGE  | EOS, BSV, XTZ, TRX, ATOM, LINK, NEO, ETC, IOTA, ONT, BAT, ZEC           | XRP                                    |
|           | High Volatility + High Return | Low Volatility + High Return             | High Volatility + Low Return                                            | High Speculation                       |
| Q2 / 2021 | BNB, ADA, DOT, VET, IOTA, BTT | UNI, THETA, FIL, KLAY, LUNA, SOL, KSM    | BTC, ETH, XRP, LTC, LINK, BCH, XLM, TRX, XMR, ATOM, BSV                 | DOGE, AAVE, AVAX                       |
|           | High Volatility + High Return | Low Volatility + High Return (Small Cap) | Low Volatility + High Return                                            | High Speculation                       |
| Q3 / 2021 | DOGE, SOL, MATIC, ETC, AMP    | BTC, ETH, ADA, ALGO                      | BNB, XRP, UNI, BCH, LTC, LINK, THETA, XLM, VET, TRX, XMR                | DOT, FIL, EOS, AAVE, BSV, CAKE         |
|           | High Volatility + High Return | Low Volatility + Low Negative Return     | High Volatility + Low Negative Return                                   | High Volatility + High Negative Return |

## 5.2 การจัดพอร์ตโฟลิโอตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอของมาร์โควิตซ์

ในการนำผลการจัดกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลตารางที่ 5.1 มาจัดพอร์ตโฟลิโอ ผู้วิจัยได้พิจารณาเป็น 3 กลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการลงทุนตามจุดประสงค์ของการลงทุน มาลงทุนด้วยกลยุทธ์ (1) Minimum-Variance Portfolio (2) Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (3) Maximum-Expected-Return Portfolio ซึ่งกลุ่มของสกุลเงินดิจิทัลที่นำมาพิจารณา คือ (1) Low Risk Group (2) High Return/Risk Group (3) High Return Group โดยจะมีการกำหนดเงื่อนไขของการจัดพอร์ตโฟลิโอเพิ่มขึ้นมาคือ กำหนดให้สัดส่วนการลงทุนของแต่ละสินทรัพย์ในพอร์ตโฟลิโอต้องไม่ติดลบ “Long-Only Constraint” รวมถึงการถือสินทรัพย์ 1 ตัวนั้นต้องไม่เกิน 40% ของพอร์ตโฟลิโอ และผู้วิจัยนำเอาแนวคิดการกระจายการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยง (Risk Diversification) เพื่อให้สามารถลงทุนกระจายไปตามขนาดของสกุลเงินดิจิทัลในสัดส่วนต่างๆ ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนสามารถลดความเสี่ยงได้ และยังเป็นการกระจายโอกาสในการลงทุนกับสกุลเงินดิจิทัลหลายๆ ตัวเช่นกันโดยมีการแบ่งสัดส่วนการกระจาย

การลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลขนาดใหญ่ (Top5) และขนาดเล็ก ในสัดส่วน 80/20 60/40 และ 40/60 แสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการจัดพอร์ตโฟลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล

|                   | Average Return |         |        | Cumulative Return |          |         | Sharpe Ratio |        |        |
|-------------------|----------------|---------|--------|-------------------|----------|---------|--------------|--------|--------|
|                   | Group1         | Group2  | Group3 | Group1            | Group2   | Group3  | Group1       | Group2 | Group3 |
| CCI30 (Benchmark) | 67.43%         |         |        | 508.19%           |          |         | 1.4471       |        |        |
| MV (80/20)        | 84.08%         | 81.78%  | 77.38% | 754.61%           | 672.46%  | 687.34% | 1.6954       | 1.5077 | 1.3185 |
| MV (60/40)        | 100.26%        | 98.83%  | 78.25% | 906.95%           | 841.42%  | 690.54% | 2.0281       | 1.8383 | 1.3918 |
| MV (40/60)        | 109.29%        | 108.83% | 69.21% | 884.81%           | 862.26%  | 580.50% | 2.321        | 2.1171 | 1.2715 |
| SR (80/20)        | 101.54%        | 102.28% | 30.69% | 822.31%           | 852.83%  | 237.43% | 1.5829       | 1.5019 | 0.5201 |
| SR (60/40)        | 119.73%        | 120.66% | 29.58% | 979.92%           | 1025.85% | 230.50% | 1.7036       | 1.6427 | 0.5128 |
| SR (40/60)        | 135.86%        | 135.66% | 24.59% | 985.71%           | 975.74%  | 192.78% | 1.7558       | 1.7005 | 0.4256 |
| MR (80/20)        | 98.82%         | 101.93% | 22.69% | 748.29%           | 869.30%  | 200.90% | 1.5199       | 1.4868 | 0.3787 |
| MR (60/40)        | 140.54%        | 141.79% | 18.42% | 1011.48%          | 1081.71% | 167.04% | 1.6594       | 1.6156 | 0.3126 |
| MR (40/60)        | 161.51%        | 158.10% | 17.21% | 1246.44%          | 1029.08% | 148.15% | 1.9527       | 1.8691 | 0.3011 |

จากการประยุกต์แนวคิดการกระจายลงทุนตามทฤษฎีพอร์ตโฟลิโอสมัยใหม่ของมาร์โควิตซ์ กับสกุลเงินดิจิทัลหลังจากการพิจารณาเป็น 3 กลุ่มที่เหมาะสมสำหรับประเภทของนักลงทุน ได้แก่ (1) Low Risk Group (2) High Return/Risk Group (3) High Return Group นำมาจัดพอร์ตโฟลิโอ 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) Minimum-Variance Portfolio (2) Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (3) Maximum-Expected-Return Portfolio ผลลัพธ์ที่ได้คือ การจัดพอร์ตโฟลิโอจากสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่ม Low Risk Group และ High Return per Risk Group ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใดก็แล้วแต่จะสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่า CCI30 ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานด้านผลตอบแทน (Benchmark) ทั้งหมด ในขณะที่การเลือกสกุลเงินดิจิทัล High Return Group เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลในกลุ่มนี้มีผลตอบแทนและความผันผวนที่สูง จึงมีโอกาสที่ผลตอบแทนจะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังและเกิดโอกาสในการขาดทุน ดังนั้นจึงมีเพียงการจัดพอร์ตโฟลิโอแบบ Minimum Variance Portfolio ที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้ดีกว่า CCI30

### 5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้ทำการจัดพอร์ตโฟลิโอใหม่สำหรับการลงทุนในทุกๆ ไตรมาส หมายความว่าหลังจากได้สัดส่วนการลงทุนในพอร์ตโฟลิโอ นักลงทุนจะทำการซื้อสกุลเงินดิจิทัลเหล่านี้ในวันแรกของไตรมาส และขายในวันสุดท้ายของไตรมาส ระหว่างทางของการลงทุนในแต่ละไตรมาสคือการถือครองจนกว่าจะครบไตรมาส หากสามารถนำเอาการปรับสัดส่วนการลงทุน (Rebalancing) โดยทำการปรับสัดส่วนทุกๆ สิ้นเดือน เพื่อปรับให้สัดส่วนการลงทุนเหมาะสมกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นสำหรับสกุลเงินดิจิทัลนั้น จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้น แต่ก็ต้องมีการเสียค่าธรรมเนียมจากการซื้อขายเพิ่มขึ้นเช่นกัน
2. ในการวัดประสิทธิภาพของพอร์ตโฟลิโอ หากสามารถนำอัตราส่วนอื่นๆ ที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพได้เช่นกัน จะสามารถพิจารณาถึงประสิทธิภาพของพอร์ตโฟลิโอได้หลายมุมมองมากขึ้น เช่น Calmar Ratio ที่จะเป็นการดูว่าผลตอบแทนที่เกิดขึ้นกับผลตอบแทนขาดทุนสูงสุดเป็นอัตราส่วนเท่าใด หรือ Treynor Ratio ซึ่งเป็นการวัดอัตราผลตอบแทนต่อความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยใช้ค่าเบต้า ( $\beta$ ) ในการเปรียบเทียบซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดความเสี่ยงที่เป็นระบบ ที่ไม่สามารถกำจัดออกไปได้
3. งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นในช่วงเวลาที่ตลาดสกุลเงินดิจิทัลมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยสามารถสร้างผลตอบแทนได้ค่อนข้างสูง แต่งานวิจัยนี้ยังไม่ได้มีการวิจัยในช่วงเวลาอื่นๆ ทำให้นักลงทุนที่จะนำวิธีการจากงานวิจัยนี้ไปใช้งาน ต้องคอยตรวจสอบพอร์ตโฟลิโอเพื่อป้องกันโอกาสการขาดทุนที่สามารถเกิดขึ้นได้ หรือนักลงทุนเองก็ต้องประเมินสภาพของตลาดสกุลเงินดิจิทัลในช่วงเวลานั้นๆ ด้วยว่าเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่
4. การพิจารณาสกุลเงินดิจิทัลที่ในไตรมาสก่อนมีผลตอบแทนสูงๆ จะไม่สามารถสร้างผลตอบแทนที่ดีได้ เมื่อลงทุนในไตรมาสต่อไป หรือส่วนหนึ่งสกุลเงินดิจิทัลเหล่านี้ ราคาที่ปรับตัวสูงในไตรมาสก่อน อาจจะมาจากการเก็งกำไรสูงจึงมีความผันผวนสูง เมื่อราคามีการปรับตัวลงจึงเกิดผลการขาดทุนอย่างหนัก และสุดท้ายหากนักลงทุนจะพิจารณาเลือกวิธีการจัดพอร์ตโฟลิโอแบบใดเพื่อให้การลงทุนมีประสิทธิภาพมากที่สุด การจัดพอร์ตโฟลิโอแบบ Minimum Variance Portfolio สามารถแสดงผลการดำเนินงานได้ดีที่สุด เนื่องจากโดยรวมจะมีค่า Sharpe Ratio ที่สูงกว่าการจัดพอร์ตโฟลิโอรูปแบบอื่น

## บรรณานุกรม

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

Yang, D., & Zhang, Q., 2000, Drift-Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices, Journal of Business, 73(3), 477-491.

Faber, Meb, 2016, The Trinity Portfolio: A Long-Term Investing Framework Engineered for Simplicity, Safety, and Outperformance, CQR, Issue 9

Baganzi, R., Kim, B.-G., & Shin, G.-C. , 2017, "Portfolio Optimization Modelling with R for Enhancing Decision Making and Prediction in Case of Uganda Securities Exchange". Journal of Financial Risk Management, 6, 325.351.

Rivin, Igor and Scevola, Carlo, 2018, An Investable Crypto-Currency Index.

Alexander, K. and Michael, S., 2019, "Trading on Cryptocurrency Markets: Analyzing the Behavior of Bitcoin Investor", ICIS 2019 Proceedings, 11.

Shu Bin, 2020, "K-Means Stock Clustering Analysis Based on Historical Price Movements and Financial Ratios", CMC Senior Theses, 2435.

Wai-Man Tse, 2021, Crypto-Asset Pricing Models and Their Efficiency-Dependent Trading Strategies, Faculty of Business Department of Finance Chu Hai College of Higher Education.

Paul, D., Daniel, K. and Jennifer, W., 2021, "The psychology of cryptocurrency trading: Risk and protective factors, Journal of Behavioral Addictions", Vol. 10, Issue 2, pp. 201-207.

อังศุธร ศรีกาญจนสอน, 2562, การจัดกลุ่มผู้ลงทุนไทยตามพฤติกรรมการลงทุนใน Bitcoin, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์) คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วรรณรัตน์ ัญญกิตติกุล, 2555, ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกลงทุนกองทุนรวมทองคำผ่านทางบริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน, ภาคนิพนธ์คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุทธิรักษ์ ศุขเชษฐ, 2564, "กลุ่มหลักทรัพย์ที่เหมาะสมที่สุดตามระดับการยอมรับความเสี่ยงด้วยการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน", วารสารระบบสารสนเทศธุรกิจ (JISB), ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า 6.

เสกสันต์ แสงสวัสดิ์, 2561, “การจัดกลุ่มคุณลักษณะความยาวของแท่งเทียนด้วยวิธีการ K-Means สำหรับการวิเคราะห์ทิศทางราคาหุ้น กรณีศึกษา ดัชนีหุ้น SETHD”, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต, 4 พฤษภาคม 2561.

สิทธิวัฒน์ โชคเจริญชัย, 2556, การแบ่งกลุ่มหลักทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนเงินปันผลสูง, วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการเงิน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

พิสิษฐ์ ยศบรรเทิง, 2562, การศึกษาพอร์ตโฟลิโอที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสภาวะตลาดที่แตกต่างกัน, วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รศ.ดร.ไพบุลย์ เสรีวัฒนา และ อภินันท์ บุญเสริมส่ง, 2560, “กลยุทธ์การสร้างพอร์ตโฟลิโอโดยใช้ข้อมูลทางบัญชีเป็นตัวจัดสรรเงินลงทุน”, วารสารบริหารธุรกิจ นิต้า, หน้า 133-150.

พรศักดิ์ อรรถชัยรัตน์, 2564, รวดยด้วย Crypto แบบ VI, สำนักพิมพ์เช็ก, กรุงเทพฯ, หน้า 26-30.

ฝ่ายพัฒนาความรู้ผู้ประกอบการวิชาชีพ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, 2564, การบริหารกลุ่มหลักทรัพย์ลงทุน, บริษัท บุญศิริการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 9-41.

## ภาคผนวก ก

รายละเอียดการจัดพอร์ตพอลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล Low Risk Group ณ ไตรมาส

4/2563 – 3/2564

### 6.1 Minimum-Variance Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 0.84%    | 6.43%   | 12.72%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00183 | 0.003136 | 0.02025 | 0.00512 | 0.731407        |

| 2021.1<br>(80/20) | BTC      | ETH      | BNB      | XMR     | MKR     | Total Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|--------------|
|                   | 40.00%   | 40.00%   | 11.89%   | 5.05%   | 3.05%   |              |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 37.73    | 135.611 | 581.02  |              |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 334.33   | 250.358 | 2288.99 |              |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 7.861118 | 0.84615 | 2.93961 |              |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.679636 | 0.935076 | 0.04276 | 0.08972 | 2.147944     |

| 2021.4<br>(80/20) | BTC      | ETH      | XRP      | XMR     | ATOM    | Total Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|--------------|
|                   | 40.00%   | 40.00%   | 7.88%    | 10.86%  | 1.25%   |              |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 0.57039  | 250.358 | 19.481  |              |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 0.66     | 206.079 | 11.04   |              |
| Returns           | -0.42924 | 0.071724 | 0.157103 | -0.1769 | -0.4333 |              |
| Port Ret          | -0.1717  | 0.02869  | 0.012387 | -0.0192 | -0.0054 | -0.15526     |

| 2021.7<br>(80/20) | BTC      | ETH      | ADA      | ALGO    | Total Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|--------------|
|                   | 40.00%   | 30.82%   | 9.18%    | 20.00%  |              |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 1.3333   | 0.834   |              |
| 10/1/2021         | 48141.1  | 3309.13  | 2.258    | 1.7737  |              |
| Returns           | 0.436537 | 0.56897  | 0.693542 | 1.12674 |              |
| Port Ret          | 0.174615 | 0.175363 | 0.063659 | 0.22535 | 0.63898      |

## 6.2 Minimum-Variance Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 20.00%   | 4.75%    | 18.31%  | 16.94%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00092 | 0.017694 | 0.05764 | 0.00682 | 0.785968        |

| 2021.1<br>(60/40) | BTC      | ETH      | BNB      | XMR     | MKR     | DOGE     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 20.00%   | 18.31%   | 6.80%   | 14.61%  | 0.28%    |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 37.73    | 135.611 | 581.02  | 0.005662 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 334.33   | 250.358 | 2288.99 | 0.0621   |                 |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 7.861118 | 0.84615 | 2.93961 | 9.967856 |                 |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.339818 | 1.439403 | 0.05753 | 0.42948 | 0.027969 | 2.694955        |

| 2021.4<br>(60/40) | BTC      | ETH      | XRP      | TRX     | XMR     | ATOM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 20.00%   | 11.76%   | 0.22%   | 19.93%  | 8.09%    |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 0.57039  | 0.08538 | 250.358 | 19.481   |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 0.66     | 0.06478 | 206.079 | 11.04    |                 |
| Returns           | -0.42924 | 0.071724 | 0.157103 | -0.2413 | -0.1769 | -0.43329 |                 |
| Port Ret          | -0.1717  | 0.014345 | 0.018472 | -0.0005 | -0.0352 | -0.03506 | -0.20973        |

| 2021.7 (60/40) | BTC      | ETH      | ALGO     | Total<br>Return |
|----------------|----------|----------|----------|-----------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |                 |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 0.834    |                 |
| 10/1/2021      | 48141.1  | 3309.13  | 1.7737   |                 |
| Returns        | 0.436537 | 0.56897  | 1.126739 |                 |
| Port Ret       | 0.174615 | 0.113794 | 0.450695 | 0.7391          |

### 6.3 Minimum-Variance Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 8.66%    | 30.19%   | 21.15%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 27.49    | 103.145  | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | 0.372499 | 0.314761 | 0.04026 | 0.84053         |
| Port Ret           | 0.704728 | 0.032253 | 0.095033 | 0.00852 |                 |

| 2021.1<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | MKR     | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 24.07%   | 8.71%    | 25.95%  | 1.28%   |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 581.02  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 334.33   | 250.358  | 2288.99 | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 7.861118 | 0.846148 | 2.93961 | 9.96786 | 3.256556        |
| Port Ret          | 0.400757 | 1.892281 | 0.073673 | 0.76272 | 0.12712 |                 |

| 2021.4<br>(40/60) | BTC      | XRP      | TRX      | XMR     | ATOM    | BSV      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 15.13%   | 1.05%    | 27.81%  | 14.25%  | 1.76%    |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 0.57039  | 0.08538  | 250.358 | 19.481  | 227.98   |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 0.66     | 0.06478  | 206.079 | 11.04   | 145.66   |                 |
| Returns           | -0.42924 | 0.157103 | -0.24127 | -0.1769 | -0.4333 | -0.36108 | -0.26777        |
| Port Ret          | -0.1717  | 0.023763 | -0.00252 | -0.0492 | -0.0618 | -0.00635 |                 |

| 2021.7 (40/60) | BTC      | ETH      | ADA      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 38.79%   | 21.21%   |              |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 1.3333   |              |
| 10/1/2021      | 48141.1  | 3309.13  | 2.258    |              |
| Returns        | 0.436537 | 0.56897  | 0.693542 | 0.54241      |
| Port Ret       | 0.174615 | 0.220727 | 0.147072 |              |

#### 6.4 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | ETH      | XRP      | BNB      | NEO     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 12.90%   | 7.10%   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 18.807  |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 14.46   |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | -0.2311 |                 |
| Port Ret           | 0.426034 | -0.00183 | 0.048067 | -0.0164 | 0.45587         |

| 2021.1 (80/20) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.679636 | 1.993571 | 3.07396      |

| 2021.4<br>(80/20) | BTC      | ETH      | XRP      | TRX     | ATOM    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 40.00%   | 3.39%    | 5.68%   | 10.93%  |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 0.57039  | 0.08538 | 19.481  |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 0.66     | 0.06478 | 11.04   |                 |
| Returns           | -0.42924 | 0.071724 | 0.157103 | -0.2413 | -0.4333 |                 |
| Port Ret          | -0.1717  | 0.02869  | 0.00532  | -0.0137 | -0.0474 | -0.19876        |

| 2021.7 (80/20) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 | 0.73035      |

### 6.5 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO      | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                    | 32.10%   | 27.90%   | 18.23%   | 7.05%   | 4.49%   | 10.23%   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807   |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46    |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.23114 | 0.408844        |
| Port Ret           | 0.341861 | -0.00128 | 0.067897 | 0.02219 | 0.00181 | -0.02364 |                 |

| 2021.1<br>(60/40) | BTC      | ETH      | XMR      | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 20.00%   | 10.80%   | 29.20%  |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 135.611  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 250.358  | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 0.846148 | 9.96786 | 3.74219         |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.339818 | 0.091419 | 2.9102  |                 |

| 2021.4<br>(60/40) | BTC      | ETH      | XRP      | TRX     | ATOM    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 30.48%   | 29.52%   | 8.65%    | 14.66%  | 16.69%  |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 0.57039  | 0.08538 | 19.481  |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 0.66     | 0.06478 | 11.04   |                 |
| Returns           | -0.42924 | 0.071724 | 0.157103 | -0.2413 | -0.4333 | -0.20377        |
| Port Ret          | -0.13084 | 0.021172 | 0.01359  | -0.0354 | -0.0723 |                 |

| 2021.7 (60/40) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 20.00%   | 40.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 | 0.84191      |
| Port Ret       | 0.113794 | 0.277417 | 0.450695 |              |

## 6.6 Maximum-Sharpe Ratio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO      | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                    | 15.88%   | 24.12%   | 21.38%   | 17.54%  | 9.43%   | 11.65%   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807   |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46    |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.23114 | 0.279814        |
| Port Ret           | 0.169175 | -0.0011  | 0.079652 | 0.05521 | 0.0038  | -0.02692 |                 |

| 2021.1<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 8.61%    | 17.17%   | 34.22%  |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 334.33   | 250.358  | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 7.861118 | 0.846148 | 9.96786 | 4.63399         |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.676839 | 0.145273 | 3.41112 |                 |

| 2021.4<br>(40/60) | BTC      | ETH      | XRP      | XLM     | TRX     | ATOM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 20.16%   | 19.84%   | 12.87%   | 1.20%   | 23.70%  | 22.23%   |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 0.57039  | 0.42402 | 0.08538 | 19.481   |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 0.66     | 0.26899 | 0.06478 | 11.04    |                 |
| Returns           | -0.42924 | 0.071724 | 0.157103 | -0.3656 | -0.2413 | -0.43329 | -0.20996        |
| Port Ret          | -0.08652 | 0.014232 | 0.020223 | -0.0044 | -0.0572 | -0.09632 |                 |

| 2021.7 (40/60) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 | 0.73035      |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 |              |

## 6.7 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10 (80/20) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return   |
|-----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                 | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |                |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |                |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |                |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00183 | -0.04623 | <b>0.37798</b> |

| 2021.1 (80/20) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |                |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |                |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 |                |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.679636 | 1.993571 | <b>3.07396</b> |

| 2021.4 (80/20) | BTC      | ETH      | ATOM     | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 19.481   |                |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 11.04    |                |
| Returns        | -0.42924 | 0.071724 | -0.43329 |                |
| Port Ret       | -0.1717  | 0.02869  | -0.08666 | <b>-0.2297</b> |

| 2021.7 (80/20) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |                |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |                |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |                |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 | <b>0.73035</b> |

## 6.8 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10 (60/40) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00092 | -0.09245 | 0.33266      |

| 2021.1 (60/40) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.339818 | 3.987142 | 4.72772      |

| 2021.4 (60/40) | BTC      | ETH      | ATOM     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 30.00%   | 30.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 19.481   |              |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 11.04    |              |
| Returns        | -0.42924 | 0.071724 | -0.43329 |              |
| Port Ret       | -0.12877 | 0.021517 | -0.17332 | -0.2806      |

| 2021.7 (60/40) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 20.00%   | 40.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.113794 | 0.277417 | 0.450695 | 0.84191      |

## 6.9 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10 (40/60) | ETH      | BNB      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 27.49    | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 37.73    | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | 0.372499 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | 0.0745   | -0.09245 | 0.40808      |

| 2021.1 (40/60) | BTC      | ADA      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 0.175    | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1.1829   | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 5.759429 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 1.151886 | 3.987142 | 5.53978      |

| 2021.4 (40/60) | ETH      | XLM      | ATOM     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 1967.96  | 0.42402  | 19.481   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 0.26899  | 11.04    |              |
| Returns        | 0.071724 | -0.36562 | -0.43329 |              |
| Port Ret       | 0.02869  | -0.07312 | -0.17332 | -0.2178      |

| 2021.7 (40/60) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 | 0.73035      |

## ภาคผนวก ข

### รายละเอียดการจัดพอร์ตพอลิโอจากสกุลเงินดิจิทัล High Risk / Return Group

ณ ไตรมาส 4/2563 – 3/2564

#### 7.1 Minimum-Variance Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 0.84%    | 6.43%   | 12.72%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00183 | 0.003136 | 0.02025 | 0.00512 | 0.73141         |

| 2021.1<br>(80/20) | BTC      | ETH      | BNB      | XMR     | MKR     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 40.00%   | 11.89%   | 5.05%   | 3.05%   |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 37.73    | 135.611 | 581.02  |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 334.33   | 250.358 | 2288.99 |                 |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 7.861118 | 0.84615 | 2.93961 |                 |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.679636 | 0.935073 | 0.04276 | 0.08972 | 2.14794         |

| 2021.4<br>(80/20) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                   | 17.90%   | 29.17%   | 32.92%   | 7.70%   | 9.41%   | 2.89%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.5005 |                 |
| Port Ret          | -0.025   | 0.037093 | -0.19571 | -0.003  | -0.0462 | -0.0145 | -0.24723        |

| 2021.7<br>(80/20) | BTC      | ETH      | ADA      | ALGO    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 30.82%   | 9.18%    | 20.00%  |                 |
| 7/1/2021          | 33511.9  | 2109.11  | 1.3333   | 0.834   |                 |
| 10/1/2021         | 48141.1  | 3309.13  | 2.258    | 1.7737  |                 |
| Returns           | 0.436537 | 0.56897  | 0.693542 | 1.12674 |                 |
| Port Ret          | 0.174615 | 0.175363 | 0.063659 | 0.22535 | 0.63898         |

## 7.2 Minimum-Variance Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 20.00%   | 4.75%    | 18.31%  | 16.94%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00092 | 0.017694 | 0.05764 | 0.00682 | 0.78597         |

| 2021.1<br>(60/40) | BTC      | ETH      | BNB      | XMR     | MKR     | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 20.00%   | 18.31%   | 6.80%   | 14.61%  | 0.28%   |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 37.73    | 135.611 | 581.02  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 334.33   | 250.358 | 2288.99 | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 7.861118 | 0.84615 | 2.93961 | 9.96786 |                 |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.339818 | 1.439403 | 0.05753 | 0.42948 | 0.02797 | 2.694955        |

| 2021.4<br>(60/40) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                   | 12.14%   | 22.79%   | 25.06%   | 14.81%  | 19.80%  | 5.39%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.5005 |                 |
| Port Ret          | -0.01696 | 0.028981 | -0.14898 | -0.0057 | -0.0971 | -0.027  | -0.26683        |

| 2021.7 (60/40) | BTC      | ETH      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 48141.1  | 3309.13  | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.436537 | 0.56897  | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.174615 | 0.113794 | 0.450695 | 0.7391       |

### 7.3 Minimum-Variance Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 8.66%    | 30.19%   | 21.15%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 27.49    | 103.145  | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | 0.372499 | 0.314761 | 0.04026 | 0.84053         |
| Port Ret           | 0.704728 | 0.032253 | 0.095033 | 0.00852 |                 |

| 2021.1<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | MKR     | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 24.07%   | 8.71%    | 25.95%  | 1.28%   |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 581.02  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 334.33   | 250.358  | 2288.99 | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 7.861118 | 0.846148 | 2.93961 | 9.96786 | 3.25656         |
| Port Ret          | 0.400757 | 1.892281 | 0.073673 | 0.76272 | 0.12712 |                 |

| 2021.4<br>(40/60) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                   | 6.38%    | 16.41%   | 17.20%   | 21.91%  | 30.20%  | 7.89%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.5005 | -0.28643        |
| Port Ret          | -0.00892 | 0.020868 | -0.10226 | -0.0085 | -0.1481 | -0.0395 |                 |

| 2021.7 (40/60) | BTC      | ETH      | ADA      | Total<br>Return |
|----------------|----------|----------|----------|-----------------|
|                | 40.00%   | 38.79%   | 21.21%   |                 |
| 7/1/2021       | 33511.9  | 2109.11  | 1.3333   |                 |
| 10/1/2021      | 48141.1  | 3309.13  | 2.258    |                 |
| Returns        | 0.436537 | 0.56897  | 0.693542 | 0.54241         |
| Port Ret       | 0.174615 | 0.220727 | 0.147072 |                 |

#### 7.4 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | ETH      | XRP      | BNB      | NEO     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 12.90%   | 7.10%   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 18.807  |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 14.46   |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | -0.2311 | 0.45587         |
| Port Ret           | 0.426034 | -0.00183 | 0.048067 | -0.0164 |                 |

| 2021.1 (80/20) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 | 3.07396      |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.679636 | 1.993571 |              |

| 2021.4<br>(80/20) | BNB      | ADA      | DOT      | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 25.94%   | 40.00%   | 14.06%   | 20.00%  |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.5005 | -0.169          |
| Port Ret          | -0.03623 | 0.050858 | -0.08356 | -0.1001 |                 |

| 2021.7 (80/20) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 | 0.73035      |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 |              |

### 7.5 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                    | 32.10%   | 27.90%   | 18.23%   | 7.05%   | 4.49%   | 10.23%  |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807  |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46   |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.2311 |                 |
| Port Ret           | 0.341861 | -0.00128 | 0.067897 | 0.02219 | 0.00181 | -0.0236 | 0.408844        |

| 2021.1<br>(60/40) | BTC      | ETH      | XMR      | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 20.00%   | 10.80%   | 29.20%  |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 729.12   | 135.611  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 1967.96  | 250.358  | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 1.699089 | 0.846148 | 9.96786 |                 |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.339818 | 0.091419 | 2.9102  | 3.74219         |

| 2021.4<br>(60/40) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                   | 19.21%   | 37.52%   | 3.27%    | 6.97%   | 1.99%   | 31.04%  |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.5005 |                 |
| Port Ret          | -0.02683 | 0.047702 | -0.01943 | -0.0027 | -0.0097 | -0.1554 | -0.16637        |

| 2021.7 (60/40) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 20.00%   | 40.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.113794 | 0.277417 | 0.450695 | 0.84191      |

## 7.6 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
|                    | 0.1588   | 0.2412   | 0.2138   | 0.1754  | 0.0943  | 0.1165  |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807  |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46   |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.2311 | 0.279814        |
| Port Ret           | 0.169175 | -0.0011  | 0.079652 | 0.05521 | 0.0038  | -0.0269 |                 |

| 2021.1<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | DOGE    | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 8.61%    | 17.17%   | 34.22%  |                 |
| 1/1/2021          | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 0.00566 |                 |
| 4/1/2021          | 58714.9  | 334.33   | 250.358  | 0.0621  |                 |
| Returns           | 1.001892 | 7.861118 | 0.846148 | 9.96786 | 4.63399         |
| Port Ret          | 0.400757 | 0.676839 | 0.145273 | 3.41112 |                 |

| 2021.4<br>(40/60) | BNB      | ADA      | VET      | IOTA    | BTT     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 11.99%   | 28.01%   | 13.46%   | 13.21%  | 33.33%  |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 0.087962 | 1.5764  | 0.00528 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 0.08455  | 0.8031  | 0.00264 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.03879 | -0.4905 | -0.5005 | -0.2179         |
| Port Ret          | -0.01675 | 0.035611 | -0.00522 | -0.0648 | -0.1668 |                 |

| 2021.7 (40/60) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 | 0.73035      |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 |              |

### 7.7 Maximum-Expected Return Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10 (80/20) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00183 | -0.04623 | 0.37798      |

| 2021.1 (80/20) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.679636 | 1.993571 | 3.07396      |

| 2021.4 (80/20) | BNB      | ADA      | BTT      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.1829   | 0.005279 |              |
| 7/1/2021       | 287.64   | 1.3333   | 0.002637 |              |
| Returns        | -0.13965 | 0.127145 | -0.50047 |              |
| Port Ret       | -0.05586 | 0.050858 | -0.10009 | -0.1051      |

| 2021.7 (80/20) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 | 0.73035      |

## 7.8 Maximum-Expected Return Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10 (60/40) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00092 | -0.09245 | 0.33266      |

| 2021.1 (60/40) | BTC      | ETH      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 729.12   | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1967.96  | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 1.699089 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 0.339818 | 3.987142 | 4.72772      |

| 2021.4 (60/40) | BNB      | ADA      | BTT      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.1829   | 0.005279 |              |
| 7/1/2021       | 287.64   | 1.3333   | 0.002637 |              |
| Returns        | -0.13965 | 0.127145 | -0.50047 |              |
| Port Ret       | -0.05586 | 0.025429 | -0.20019 | -0.23062     |

| 2021.7 (60/40) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 20.00%   | 40.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.113794 | 0.277417 | 0.450695 | 0.84191      |

### 7.9 Maximum-Expected Return Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10 (40/60) | ETH      | BNB      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 27.49    | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 37.73    | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | 0.372499 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | 0.0745   | -0.09245 | 0.40808      |

| 2021.1 (40/60) | BTC      | ADA      | DOGE     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 0.4000   | 0.2000   | 0.4000   |              |
| 1/1/2021       | 29329.7  | 0.175    | 0.005662 |              |
| 4/1/2021       | 58714.9  | 1.1829   | 0.0621   |              |
| Returns        | 1.001892 | 5.759429 | 9.967856 |              |
| Port Ret       | 0.400757 | 1.151886 | 3.987142 | 5.53978      |

| 2021.4 (40/60) | BNB      | IOTA     | BTT      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.5764   | 0.005279 |              |
| 7/1/2021       | 287.64   | 0.8031   | 0.002637 |              |
| Returns        | -0.13965 | -0.49055 | -0.50047 |              |
| Port Ret       | -0.05586 | -0.09811 | -0.20019 | -0.35416     |

| 2021.7 (40/60) | ETH      | ADA      | ALGO     | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 0.4      | 0.4      | 0.2      |              |
| 7/1/2021       | 2109.11  | 1.3333   | 0.834    |              |
| 10/1/2021      | 3309.13  | 2.258    | 1.7737   |              |
| Returns        | 0.56897  | 0.693542 | 1.126739 |              |
| Port Ret       | 0.227588 | 0.277417 | 0.225348 | 0.73035      |

## ภาคผนวก ค

รายละเอียดการจัดพอร์ตโฟลิโอจากกลุ่มสกุลเงินดิจิทัล High Return Group ณ ไตร

มาส 4/2563 – 3/2564

### 8.1 Minimum-Variance Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 0.84%    | 6.43%   | 12.72%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00183 | 0.003136 | 0.02025 | 0.00512 | 0.731407        |

| 2021.1<br>(80/20) | LTC      | DASH     | VET      | XEM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 30.60%   | 39.97%   | 2.09%    | 27.34%  |                 |
| 1/1/2021          | 126.302  | 88.19    | 0.019049 | 0.22193 |                 |
| 4/1/2021          | 202.352  | 233.43   | 0.087962 | 0.37075 |                 |
| Returns           | 0.602128 | 1.646899 | 3.61767  | 0.67057 |                 |
| Port Ret          | 0.18427  | 0.658339 | 0.07545  | 0.18331 | 1.10137         |

| 2021.4<br>(80/20) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 17.90%   | 29.17%   | 32.92%   | 7.70%   | 9.41%   | 2.89%    |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.005279 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.002637 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.50047 |                 |
| Port Ret          | -0.025   | 0.037093 | -0.19571 | -0.003  | -0.0462 | -0.01446 | -0.24723        |

| 2021.7<br>(80/20) | DOGE     | SOL      | MATIC    | ETC     | AMP     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 8.16%    | 40.00%   | 9.85%    | 6.56%   | 35.43%  |                 |
| 7/1/2021          | 0.24441  | 33.297   | 1.073    | 53.1337 | 0.0568  |                 |
| 10/1/2021         | 0.2229   | 161.58   | 1.266    | 51.8966 | 0.05031 |                 |
| Returns           | -0.08801 | 3.852689 | 0.17987  | -0.0233 | -0.1143 |                 |
| Port Ret          | -0.00718 | 1.541076 | 0.017717 | -0.0015 | -0.0405 | 1.509604        |

## 8.2 Minimum-Variance Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | BTC      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 20.00%   | 4.75%    | 18.31%  | 16.94%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 |                 |
| Port Ret           | 0.704728 | -0.00092 | 0.017694 | 0.05764 | 0.00682 | 0.785968        |

| 2021.1<br>(60/40) | LTC      | DASH     | VET      | XEM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 30.60%   | 39.97%   | 2.09%    | 27.34%  |                 |
| 1/1/2021          | 126.302  | 88.19    | 0.019049 | 0.22193 |                 |
| 4/1/2021          | 202.352  | 233.43   | 0.087962 | 0.37075 |                 |
| Returns           | 0.602128 | 1.646899 | 3.61767  | 0.67057 |                 |
| Port Ret          | 0.18427  | 0.658339 | 0.07545  | 0.18331 | 1.10137         |

| 2021.4<br>(60/40) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 12.14%   | 22.79%   | 25.06%   | 14.81%  | 19.80%  | 5.39%    |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.005279 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.002637 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.50047 |                 |
| Port Ret          | -0.01696 | 0.028981 | -0.14898 | -0.0057 | -0.0971 | -0.02698 | -0.26683        |

| 2021.7<br>(60/40) | DOGE     | SOL      | MATIC    | ETC     | AMP     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 8.16%    | 40.00%   | 9.85%    | 6.56%   | 35.43%  |                 |
| 7/1/2021          | 0.24441  | 33.297   | 1.073    | 53.1337 | 0.0568  |                 |
| 10/1/2021         | 0.2229   | 161.58   | 1.266    | 51.8966 | 0.05031 |                 |
| Returns           | -0.08801 | 3.852689 | 0.17987  | -0.0233 | -0.1143 |                 |
| Port Ret          | -0.00718 | 1.541076 | 0.017717 | -0.0015 | -0.0405 | 1.509604        |

### 8.3 Minimum-Variance Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | BTC      | BNB      | XMR      | TRX     | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 8.66%    | 30.19%   | 21.15%  |                 |
| 10/1/2020          | 10619.7  | 27.49    | 103.145  | 0.02583 |                 |
| 1/1/2021           | 29329.7  | 37.73    | 135.611  | 0.02687 |                 |
| Returns            | 1.76182  | 0.372499 | 0.314761 | 0.04026 | 0.84053         |
| Port Ret           | 0.704728 | 0.032253 | 0.095033 | 0.00852 |                 |

| 2021.1 (40/60) | LTC      | DASH     | XEM      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 33.00%   | 27.00%   |              |
| 1/1/2021       | 126.302  | 88.19    | 0.22193  |              |
| 4/1/2021       | 202.352  | 233.43   | 0.37075  |              |
| Returns        | 0.602128 | 1.646899 | 0.670572 | 0.96541      |
| Port Ret       | 0.240851 | 0.543521 | 0.181036 |              |

| 2021.4<br>(40/60) | BNB      | ADA      | DOT      | VET     | IOTA    | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                   | 6.38%    | 16.41%   | 17.20%   | 21.91%  | 30.20%  | 7.89%    |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796 | 1.5764  | 0.005279 |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455 | 0.8031  | 0.002637 |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.0388 | -0.4905 | -0.50047 | -0.28643        |
| Port Ret          | -0.00892 | 0.020868 | -0.10226 | -0.0085 | -0.1481 | -0.0395  |                 |

| 2021.7<br>(40/60) | DOGE     | SOL      | MATIC    | AMP     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 33.56%   | 7.28%    | 19.16%  |                 |
| 7/1/2021          | 0.24441  | 33.297   | 1.073    | 0.0568  |                 |
| 10/1/2021         | 0.2229   | 161.58   | 1.266    | 0.05031 |                 |
| Returns           | -0.08801 | 3.852689 | 0.17987  | -0.1143 | 1.24892         |
| Port Ret          | -0.0352  | 1.292913 | 0.013097 | -0.0219 |                 |

#### 8.4 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10<br>(80/20) | ETH      | XRP      | BNB      | NEO      | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|                    | 40.00%   | 40.00%   | 12.90%   | 7.10%    |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 18.807   |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 14.46    |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | -0.23114 |                 |
| Port Ret           | 0.426034 | -0.00183 | 0.048067 | -0.0164  | 0.45587         |

P

| 2021.1<br>(80/20) | LTC      | XLM      | DASH     | VET     | XEM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 6.52%    | 11.36%   | 2.12%   | 40.00%  |                 |
| 1/1/2021          | 126.302  | 0.132    | 88.19    | 0.01905 | 0.22193 |                 |
| 4/1/2021          | 202.352  | 0.42402  | 233.43   | 0.08796 | 0.37075 |                 |
| Returns           | 0.602128 | 2.212273 | 1.646899 | 3.61767 | 0.67057 |                 |
| Port Ret          | 0.240851 | 0.144335 | 0.187054 | 0.07661 | 0.26823 | 0.91708         |

| 2021.4<br>(80/20) | BNB      | ADA      | DOT      | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|                   | 25.94%   | 40.00%   | 14.06%   | 20.00%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.00528  |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.00264  |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.50047 |                 |
| Port Ret          | -0.03623 | 0.050858 | -0.08356 | -0.10009 | -0.16903        |

| 2021.7 (80/20) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 27.95%   | 32.05%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |              |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |              |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 |              |
| Port Ret       | -0.0246  | 0.057647 | -0.00931 | 0.02374      |

### 8.5 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10<br>(60/40) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO      | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                    | 32.10%   | 27.90%   | 18.23%   | 7.05%   | 4.49%   | 10.23%   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807   |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46    |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.23114 | 0.408844        |
| Port Ret           | 0.341861 | -0.00128 | 0.067897 | 0.02219 | 0.00181 | -0.02364 |                 |

| 2021.1<br>(60/40) | LTC      | XLM      | DASH     | VET     | XEM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 40.00%   | 6.52%    | 11.36%   | 2.12%   | 40.00%  |                 |
| 1/1/2021          | 126.302  | 0.132    | 88.19    | 0.01905 | 0.22193 |                 |
| 4/1/2021          | 202.352  | 0.42402  | 233.43   | 0.08796 | 0.37075 |                 |
| Returns           | 0.602128 | 2.212273 | 1.646899 | 3.61767 | 0.67057 | 0.91708         |
| Port Ret          | 0.240851 | 0.144335 | 0.187054 | 0.07661 | 0.26823 |                 |

| 2021.4<br>(60/40) | BNB      | ADA      | DOT      | VET      | IOTA     | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|                   | 19.21%   | 37.52%   | 3.27%    | 6.97%    | 1.99%    | 31.04%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 37.67288 | 0.08796  | 1.5764   | 0.00528  |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 15.27896 | 0.08455  | 0.8031   | 0.00264  |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.59443 | -0.03879 | -0.49055 | -0.50047 | -0.16637        |
| Port Ret          | -0.02683 | 0.047702 | -0.01943 | -0.0027  | -0.00975 | -0.15536 |                 |

| 2021.7 (60/40) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total<br>Return |
|----------------|----------|----------|----------|-----------------|
|                | 0.279506 | 0.320494 | 0.4      |                 |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |                 |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |                 |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 | 0.02374         |
| Port Ret       | -0.0246  | 0.057647 | -0.00931 |                 |

### 8.6 Maximum-Sharpe Ratio Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10<br>(40/60) | ETH      | XRP      | BNB      | XMR     | TRX     | NEO      | Total<br>Return |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|-----------------|
|                    | 0.1588   | 0.2412   | 0.2138   | 0.1754  | 0.0943  | 0.1165   |                 |
| 10/1/2020          | 353.07   | 0.23822  | 27.49    | 103.145 | 0.02583 | 18.807   |                 |
| 1/1/2021           | 729.12   | 0.23713  | 37.73    | 135.611 | 0.02687 | 14.46    |                 |
| Returns            | 1.065086 | -0.00458 | 0.372499 | 0.31476 | 0.04026 | -0.23114 | 0.279814        |
| Port Ret           | 0.169175 | -0.0011  | 0.079652 | 0.05521 | 0.0038  | -0.02692 |                 |

| 2021.1<br>(40/60) | LTC      | XLM      | DASH     | VET     | XEM     | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
|                   | 0.4000   | 0.0652   | 0.1136   | 0.0212  | 0.4000  |                 |
| 1/1/2021          | 126.302  | 0.132    | 88.19    | 0.01905 | 0.22193 |                 |
| 4/1/2021          | 202.352  | 0.42402  | 233.43   | 0.08796 | 0.37075 |                 |
| Returns           | 0.602128 | 2.212273 | 1.646899 | 3.61767 | 0.67057 | 0.91708         |
| Port Ret          | 0.240851 | 0.144335 | 0.187054 | 0.07661 | 0.26823 |                 |

| 2021.4<br>(40/60) | BNB      | ADA      | VET      | IOTA     | BTT      | Total<br>Return |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|                   | 11.99%   | 28.01%   | 13.46%   | 13.21%   | 33.33%   |                 |
| 4/1/2021          | 334.33   | 1.1829   | 0.087962 | 1.5764   | 0.00528  |                 |
| 7/1/2021          | 287.64   | 1.3333   | 0.08455  | 0.8031   | 0.00264  |                 |
| Returns           | -0.13965 | 0.127145 | -0.03879 | -0.49055 | -0.50047 | -0.21795        |
| Port Ret          | -0.01675 | 0.035611 | -0.00522 | -0.0648  | -0.16679 |                 |

| 2021.7 (40/60) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total<br>Return |
|----------------|----------|----------|----------|-----------------|
|                | 40.00%   | 26.51%   | 33.49%   |                 |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |                 |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |                 |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 | 0.00469         |
| Port Ret       | -0.0352  | 0.047692 | -0.0078  |                 |

### 8.7 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 80% and 6-30 20%)

| 2020.10 (80/20) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return   |
|-----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                 | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |                |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |                |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |                |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00183 | -0.04623 | <b>0.37798</b> |

| 2021.1 (80/20) | LTC      | XLM      | XEM      | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 0.4000   | 0.2000   | 0.4000   |                |
| 1/1/2021       | 126.302  | 0.22193  | 0.22193  |                |
| 4/1/2021       | 202.352  | 0.37075  | 0.37075  |                |
| Returns        | 0.602128 | 0.670572 | 0.670572 |                |
| Port Ret       | 0.240851 | 0.134114 | 0.268229 | <b>0.64319</b> |

| 2021.4 (80/20) | BNB      | ADA      | BTT      | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 40.00%   | 40.00%   | 20.00%   |                |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.1829   | 0.005279 |                |
| 7/1/2021       | 287.64   | 1.3333   | 0.002637 |                |
| Returns        | -0.13965 | 0.127145 | -0.50047 |                |
| Port Ret       | -0.05586 | 0.050858 | -0.10009 | <b>-0.1051</b> |

| 2021.7 (80/20) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total Return   |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |                |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |                |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |                |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 |                |
| Port Ret       | -0.0352  | 0.035974 | -0.00931 | <b>-0.0085</b> |

### 8.8 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 60% and 6-30 40%)

| 2020.10 (60/40) | ETH      | XRP      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 0.23822  | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 0.23713  | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | -0.00458 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | -0.00092 | -0.09245 | 0.33266      |

| 2021.1 (60/40) | LTC      | XLM      | XEM      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 0.4000   | 0.2000   | 0.4000   |              |
| 1/1/2021       | 126.302  | 0.22193  | 0.22193  |              |
| 4/1/2021       | 202.352  | 0.37075  | 0.37075  |              |
| Returns        | 0.602128 | 0.670572 | 0.670572 |              |
| Port Ret       | 0.240851 | 0.134114 | 0.268229 | 0.64319      |

| 2021.4 (60/40) | BNB      | ADA      | BTT      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.1829   | 0.005279 |              |
| 7/1/2021       | 287.64   | 1.3333   | 0.002637 |              |
| Returns        | -0.13965 | 0.127145 | -0.50047 |              |
| Port Ret       | -0.05586 | 0.025429 | -0.20019 | -0.2306      |

| 2021.7 (60/40) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |              |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |              |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 |              |
| Port Ret       | -0.0352  | 0.035974 | -0.00931 | -0.0085      |

### 8.9 Maximum-Expected-Return Portfolio (Top5 40% and 6-30 60%)

| 2020.10 (40/60) | ETH      | BNB      | NEO      | Total Return |
|-----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                 | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 10/1/2020       | 353.07   | 27.49    | 18.807   |              |
| 1/1/2021        | 729.12   | 37.73    | 14.46    |              |
| Returns         | 1.065086 | 0.372499 | -0.23114 |              |
| Port Ret        | 0.426034 | 0.0745   | -0.09245 | 0.40808      |

| 2021.1 (40/60) | LTC      | XLM      | XEM      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 0.4000   | 0.2000   | 0.4000   |              |
| 1/1/2021       | 126.302  | 0.22193  | 0.22193  |              |
| 4/1/2021       | 202.352  | 0.37075  | 0.37075  |              |
| Returns        | 0.602128 | 0.670572 | 0.670572 |              |
| Port Ret       | 0.240851 | 0.134114 | 0.268229 | 0.64319      |

| 2021.4 (40/60) | BNB      | IOTA     | BTT      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 4/1/2021       | 334.33   | 1.5764   | 0.005279 |              |
| 7/1/2021       | 287.64   | 0.8031   | 0.002637 |              |
| Returns        | -0.13965 | -0.49055 | -0.50047 |              |
| Port Ret       | -0.05586 | -0.09811 | -0.20019 | -0.3542      |

| 2021.7 (40/60) | DOGE     | MATIC    | ETC      | Total Return |
|----------------|----------|----------|----------|--------------|
|                | 40.00%   | 20.00%   | 40.00%   |              |
| 7/1/2021       | 0.24441  | 1.073    | 53.1337  |              |
| 10/1/2021      | 0.2229   | 1.266    | 51.8966  |              |
| Returns        | -0.08801 | 0.17987  | -0.02328 |              |
| Port Ret       | -0.0352  | 0.035974 | -0.00931 | -0.0085      |

## ภาคผนวก ง

สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 4/2563 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization)

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 1                          | BTC    |
| 2                          | ETH    |
| 3                          | XRP    |
| 4                          | BCH    |
| 5                          | LTC    |
| 6                          | EOS    |
| 7                          | BNB    |
| 8                          | BSV    |
| 9                          | XLM    |
| 10                         | ADA    |
| 11                         | LEO    |
| 12                         | XMR    |
| 13                         | TRX    |
| 14                         | HT     |
| 15                         | IOTA   |

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 16                         | DASH   |
| 17                         | XTZ    |
| 18                         | LINK   |
| 19                         | ETC    |
| 20                         | NEO    |
| 21                         | ATOM   |
| 22                         | MKR    |
| 23                         | XEM    |
| 24                         | CRO    |
| 25                         | ONT    |
| 26                         | ZEC    |
| 27                         | DOGE   |
| 28                         | BAT    |
| 29                         | HEDG   |
| 30                         | VET    |

- หมายเหตุ
- สกุลเงินดิจิทัล 5 ลำดับแรกเรียงลำดับตาม Market Capitalization ได้แก่ BTC ETH XRP BCH และ LTC
  - สกุลเงินดิจิทัลที่ไม่นำมาคำนวณในการจัดพอร์ตโฟลิโอตามเงื่อนไขการเก็บข้อมูลในหน้าที่ 33 ได้แก่ LEO HT CRO และ HEDG

## ภาคผนวก จ

สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 1/2564 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization)

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 1                          | BTC    |
| 2                          | ETH    |
| 3                          | XRP    |
| 4                          | BCH    |
| 5                          | LTC    |
| 6                          | EOS    |
| 7                          | BNB    |
| 8                          | BSV    |
| 9                          | XTZ    |
| 10                         | XLM    |
| 11                         | TRX    |
| 12                         | ADA    |
| 13                         | LEO    |
| 14                         | ATOM   |
| 15                         | XMR    |

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 16                         | HT     |
| 17                         | LINK   |
| 18                         | NEO    |
| 19                         | ETC    |
| 20                         | HEDG   |
| 21                         | IOTA   |
| 22                         | MKR    |
| 23                         | CRO    |
| 24                         | DASH   |
| 25                         | ONT    |
| 26                         | VET    |
| 27                         | XEM    |
| 28                         | BAT    |
| 29                         | DOGE   |
| 30                         | ZEC    |

- หมายเหตุ
- สกุลเงินดิจิทัล 5 ลำดับแรกเรียงลำดับตาม Market Capitalization ได้แก่ BTC ETH XRP BCH และ LTC
  - สกุลเงินดิจิทัลที่ไม่นำมาคำนวณในการจัดพอร์ตโฟลิโอตามเงื่อนไขการเก็บข้อมูลในหน้าที่ 33 ได้แก่ LEO HT HEDG และ CRO

## ภาคผนวก ฉ

สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 2/2564 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization)

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 1                          | BTC    |
| 2                          | ETH    |
| 3                          | BNB    |
| 4                          | ADA    |
| 5                          | DOT    |
| 6                          | XRP    |
| 7                          | UNI    |
| 8                          | LTC    |
| 9                          | THETA  |
| 10                         | LINK   |
| 11                         | BCH    |
| 12                         | XLM    |
| 13                         | FIL    |
| 14                         | WBTC   |
| 15                         | KLAY   |

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 16                         | LUNA   |
| 17                         | DOGE   |
| 18                         | VET    |
| 19                         | CRO    |
| 20                         | TRX    |
| 21                         | SOL    |
| 22                         | AAVE   |
| 23                         | XMR    |
| 24                         | IOTA   |
| 25                         | ATOM   |
| 26                         | KSM    |
| 27                         | EOS    |
| 28                         | BTT    |
| 29                         | BSV    |
| 30                         | AVAX   |

- หมายเหตุ
- สกุลเงินดิจิทัล 5 ลำดับแรกเรียงลำดับตาม Market Capitalization ได้แก่ BTC ETH BNB ADA และ DOT
  - สกุลเงินดิจิทัลที่ไม่นำมาคำนวณในการจัดพอร์ตโฟลิโอตามเงื่อนไขการเก็บข้อมูลในหน้าที่ 33 ได้แก่ WBTC และ CRO

## ภาคผนวก ข

สกุลเงินดิจิทัลที่นำมาวิเคราะห์จาก CCI30 ณ ไตรมาสที่ 3/2564 เรียงลำดับตามมูลค่าตามราคาตลาด (Market Capitalization)

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 1                          | BTC    |
| 2                          | ETH    |
| 3                          | BNB    |
| 4                          | ADA    |
| 5                          | DOGE   |
| 6                          | XRP    |
| 7                          | DOT    |
| 8                          | UNI    |
| 9                          | BCH    |
| 10                         | LTC    |
| 11                         | SOL    |
| 12                         | LINK   |
| 13                         | MATIC  |
| 14                         | THETA  |
| 15                         | WBTC   |

| Market Capitalization Rank | Crypto |
|----------------------------|--------|
| 16                         | XLM    |
| 17                         | ICP    |
| 18                         | ETC    |
| 19                         | VET    |
| 20                         | FIL    |
| 21                         | TRX    |
| 22                         | XMR    |
| 23                         | EOS    |
| 24                         | SHIB   |
| 25                         | AAVE   |
| 26                         | CRO    |
| 27                         | BSV    |
| 28                         | ALGO   |
| 29                         | AMP    |
| 30                         | CAKE   |

- หมายเหตุ
- สกุลเงินดิจิทัล 5 ลำดับแรกเรียงลำดับตาม Market Capitalization ได้แก่ BTC ETH BNB ADA และ DOGE
  - สกุลเงินดิจิทัลที่ไม่นำมาคำนวณในการจัดพอร์ตโฟลิโอตามเงื่อนไขการเก็บข้อมูลในหน้าที่ 33 ได้แก่ WBTC ICP SHIB และ CRO (ICP กับ SHIB เป็นไปตามเงื่อนไขการเก็บข้อมูล แต่เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ไม่เพียงพอ)

## ประวัติผู้วิจัย

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| ชื่อ-สกุล        | นายภาสวุฒิ เลิศมัยยะกุล               |
| วัน เดือน ปีเกิด | 18 มีนาคม 2542                        |
| ประวัติการศึกษา  |                                       |
| ระดับมัธยมศึกษา  | ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น-ปลาย            |
|                  | โรงเรียนอัสสัมชัญ                     |
|                  | ปีการศึกษา 2559                       |
| ระดับปริญญาตรี   | วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถิติ       |
|                  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
|                  | ปีการศึกษา 2564                       |