การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะการเป็นเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข

การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ของ

ณภัทร เจริญไชย

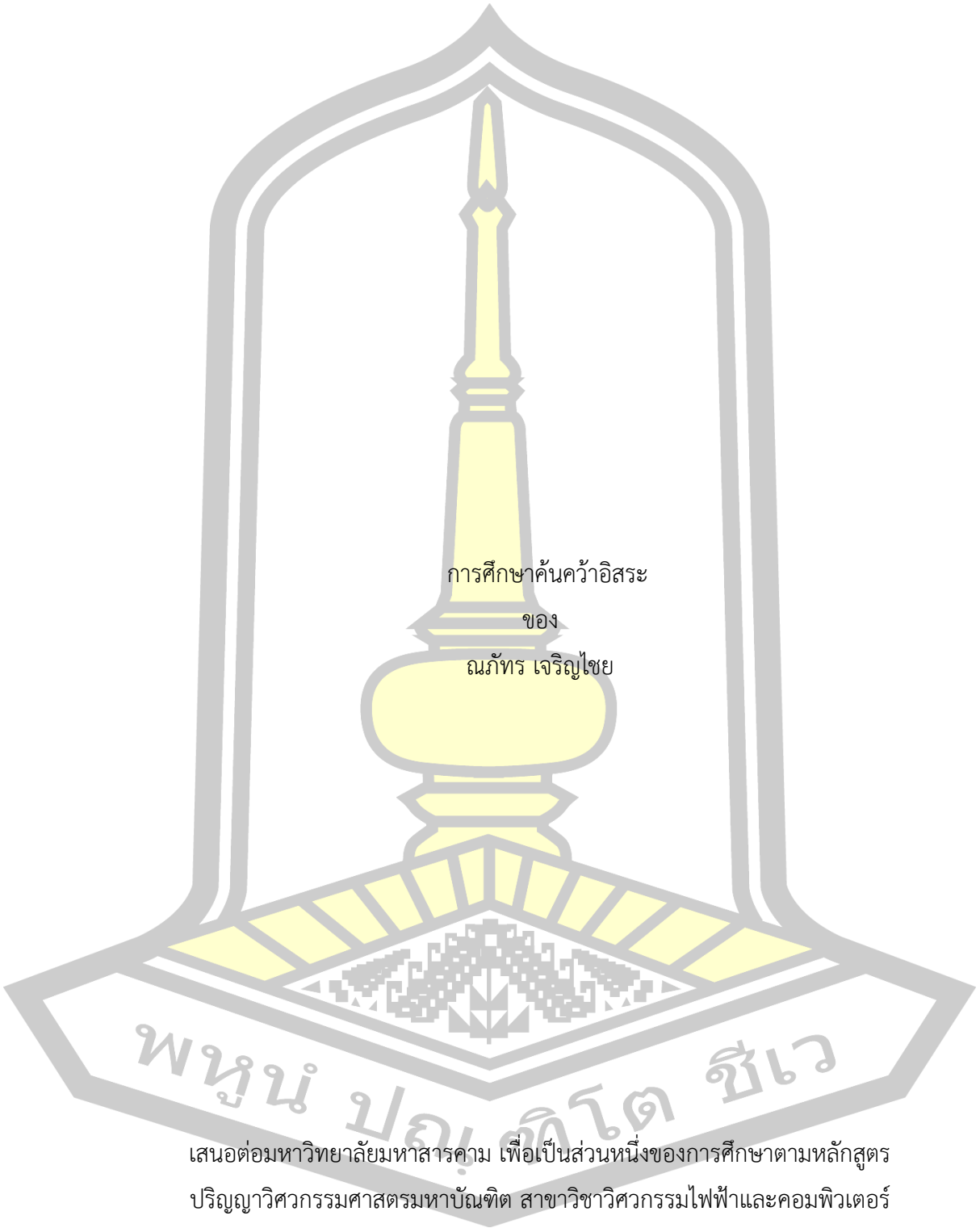
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะการเป็นเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข



การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ของ

ณภัทร เจริญไชย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Forecast of Bitcoin's Value Saving using Numerical Method

Napatt Charoenchai

A Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Engineering (Electrical and Computer Engineering)

June 2023

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระของ นายณภัทร เจริญไชย แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. อนันต์ เครือทรัพย์ถาวร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. ณัฐวุฒิ สุวรรณทา)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ชลธี โพธิ์ทอง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะการเป็นเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข
ผู้วิจัย ณภัทร เจริญไชย
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ สุวรรณทา
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยของบิทคอยน์ (Bitcoin) ผ่านสถิติการดำเนินงาน ซึ่งแสดงโดยค่าดัชนีเสถียรภาพ (Stabilization Index หรือ SI) วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อให้แน่ใจว่าความปลอดภัยของโครงสร้างของบิทคอยน์ซึ่งครอบคลุมถึง ความเสถียรของ SI (รวมถึงเวลาการยืนยันและโหนดในชั้นฐาน) การวิเคราะห์เส้นแนวโน้ม SI และการพยากรณ์ SI นอกจากนี้วัตถุประสงค์รองยังมุ่งเน้นไปที่การประเมินมูลค่า การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างราคาบิทคอยน์ (ในรูปแบบสกุลเงิน) และ SI รวมถึงการเปรียบเทียบกำลังซื้อของสกุลเงินทั่วไปและบิทคอยน์ในแง่ของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ การวิเคราะห์ที่ดำเนินการในงานวิจัยนี้ได้เผยให้เห็นข้อค้นพบที่น่าสังเกตดังนี้ สำหรับจุดประสงค์หลัก ผู้วิจัยพบข้อผิดพลาดของเวลายืนยันเพียง 2.56% ค่า SI มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยคาดว่าจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 100% ในทศวรรษหน้า (พ.ศ. 2575) และประมาณ 55% ของโหนดในชั้นฐานแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรักษาความเป็นส่วนตัว สำหรับวัตถุประสงค์รองนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างราคาบิทคอยน์และ SI แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงลบที่แข็งแกร่งหรือไม่มีความสัมพันธ์ใดระหว่างกัน นอกจากนี้ บิทคอยน์ยังแสดงให้เห็นถึงอำนาจการซื้อที่มากกว่าการใช้สกุลเงินทั่วไป โดยมีความผันผวนน้อยกว่า ในที่สุดแล้ว การรักษาความปลอดภัยที่แข็งแกร่งของบิทคอยน์ทั้งในแง่ของโครงสร้างและการประเมินมูลค่า ทำให้บิทคอยน์เป็นตัวเลือกที่ยอดเยี่ยมสำหรับบุคคลที่ต้องการออมเพื่ออนาคตของตนเอง

คำสำคัญ : บิตคอยน์, เงินออม, การคำนวณเชิงตัวเลข

TITLE The Forecast of Bitcoin's Value Saving using Numerical Method

AUTHOR Napatt Charoenchai

ADVISORS Assistant Professor Nattawoot Suwannata , Ph.D.

DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Electrical and Computer Engineering

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2023

ABSTRACT

This research aims to verify the security of Bitcoin through its operational statistics, as represented by the Stabilization Index (SI). The primary purpose is to ensure the security of Bitcoin's structure, encompassing the stability of SI (including confirmation time and nodes in the base layer), SI trend-line analysis, and SI forecasting. Additionally, the secondary purpose focuses on valuation, examining the relationship between Bitcoin price (in fiat terms) and SI, as well as comparing the purchasing power of fiat and Bitcoin in other product terms. The analysis conducted in this research revealed noteworthy findings. For the primary purpose, we found the confirmation time error was only 2.56%. The SI exhibited an upward trend, with a projected increase of over 100% in the next decade (2032), and approximately 55% of nodes in the base layer demonstrated the ability to maintain privacy. Regarding the secondary purposes, the relationship between Bitcoin price and SI displayed a strong negative correlation or no relationship at all. Additionally, Bitcoin demonstrated greater purchasing power than fiat, with less fluctuation. Ultimately, Bitcoin's robust security, both in terms of structure and valuation, positions it as an exceptional option for individuals seeking to save for their future.

Keyword : Bitcoin, Saving, Numerical Method

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง“การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะการเป็นเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข” ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ สุวรรณทา และรองศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำ เสนอแนวคิด ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ทั้งในด้านขั้นตอนของงานวิจัย และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งช่วงพัฒนาการทำงานของผู้วิจัยให้เป็นไปอย่างมีคุณภาพ ทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ท่านคณะกรรมการที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ณภัทร เจริญไชย

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ 1

ปัญหาทางการเงิน, การออม และที่มาของการสร้างบิตคอยน์ 1

เงินและปัญหาที่เกิดขึ้นกับเงินออม 1

บิตคอยน์ 1

วัตถุประสงค์ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

เงินและปัญหาของเงินออม 3

บิตคอยน์ 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 20

การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์ 20

เครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์ 20

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 21

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 22

บทที่ 4 ผลการวิจัย 24

ปัจจัยหลัก ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง 24
การตรวจสอบความคงที่ของดัชนีเสถียรภาพคงตัว Confirmation Time 24
การตรวจสอบแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นแนวโน้ม (Trendline Analysis) 25
ค่าพยากรณ์ดัชนีเสถียรภาพด้วยการใช้วิธี Polynomial Regression 27
การตรวจสอบความคงที่ของดัชนีเสถียรภาพ Node ใน Base Layer 29
ปัจจัยรอง ความสำคัญทางด้านมูลค่า 29
การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพของบิตคอยน์ 29
การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังในการซื้อระหว่างบิตคอยน์ และเงินเฟียต . 35
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 40
ผลสรุปการวิเคราะห์ปัจจัยหลัก (ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง) 40
ผลสรุปการวิเคราะห์ปัจจัยรอง (ความสำคัญทางด้านมูลค่า) 42
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย 42
บรรณานุกรม 43
ประวัติผู้เขียน 47

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินค่าสหสัมพันธ์ 23

ตารางที่ 2 ค่าพยากรณ์ดัชนีเสถียรภาพ ในช่วงปีค.ศ. 2022-2032 28

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและบิตคอยน์ โดยใช้ข้อมูลแบบเต็มระยะเวลา (ค.ศ. 2010-2022) 30

ตารางที่ 4 ช่วงเวลาและร้อยละการปรับตัวลงของราคาบิตคอยน์ในช่วงปีค.ศ. 2022-2032 31

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพ จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่มีการปรับตัวลง 32

ตารางที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพ..... 33

ตารางที่ 7 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Confirmation Time จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่ราคาในหน่วยเงินเฟียตมีการปรับตัวลง 35

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การปรับตัวของราคาสินค้าในประเทศสหรัฐฯ ปีค.ศ. 1984 – 2022 4

ภาพที่ 2 สัดส่วนของเงินออมในประเทศสหรัฐฯ ในช่วงปีค.ศ. 1947-2022 4

ภาพที่ 3 สัดส่วนของเงินออมในประเทศไทย ในช่วงปีค.ศ. 1990-2020 4

ภาพที่ 4 อัตราการเปลี่ยนแปลงมูลค่าของที่อยู่อาศัยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของเงินเดือน 6

ภาพที่ 5 พีระมิดลำดับชั้นการเงิน 16

ภาพที่ 6 การโอนสิทธิ์การเป็นผู้ครอบครองบน UTXO Base 17

ภาพที่ 7 ลักษณะการเชื่อมต่อของ Time-Chain (Block-chain) 18

ภาพที่ 8 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปิดบล็อคของบิตคอยน์ (Confirmation Time) 24

ภาพที่ 9 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Block Height 25

ภาพที่ 10 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Hash Rate 25

ภาพที่ 11 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Active Address 26

ภาพที่ 12 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Total Address 26

ภาพที่ 13 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Lightning Node (Amount) 27

ภาพที่ 14 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Lightning Network Capacity 27

ภาพที่ 15 สัดส่วนของ Nodes ใน Base Layer ของบิตคอยน์ 29

ภาพที่ 16 แนวโน้มระหว่างราคาของบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียตกับ Block Height และ Hash Rate 30

ภาพที่ 17 แนวโน้มระหว่างราคาของบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียตกับ Active Address และ Total Address ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022 31

ภาพที่ 18 สัดส่วนของค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาของราคาในหน่วยเงินเฟียต 34

ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 35

ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 36

ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 36
ภาพที่ 22 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 37
ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 37
ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 38
ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 38
ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 39
ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต 39

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาทางการเงิน, การออม และที่มาของการสร้างบิตคอยน์

เงินและปัญหาที่เกิดขึ้นกับเงินออม

เงิน คือ สินค้าที่ถูกใช้งานเพื่อการแลกเปลี่ยนระหว่างมนุษย์ ทั้งในด้านการค้าขาย (การใช้จ่าย) และใช้เพื่อการเก็บออมเพื่อการใช้งานตามความต้องการของผู้ออมในอนาคต ดังนั้นเงินออมจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับอนาคต เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างความมั่นคงให้กับผู้ออมได้ จากความหมายของเงินออม คือ เงินที่ถูกแบ่งไว้ส่วนหนึ่ง เพื่อการใช้งานในอนาคต หรือในเหตุการณ์ฉุกเฉินตามที่ผู้ออมต้องการ แต่เมื่ออ้างอิงจากประวัติศาสตร์ผ่านการเปลี่ยนผ่านของระบบการเงิน จะสามารถสรุปได้ว่าเงิน (Bhatia, 2021) มีรูปแบบจำกัดในการใช้งาน โดยรูปแบบหลักที่ก่อให้เกิดปัญหาอันส่งผลกระทบต่อการออม คือ “การสามารถถูกควบคุมได้” และเมื่อเงินซึ่งเป็นสินค้าที่มีความต้องการมากที่สุดในเศรษฐกิจสามารถถูกควบคุมได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ การเพิ่มปริมาณอุปทานของเงินจนสูงที่สุดตามอุปสงค์ที่ไม่มีจำกัดเสมอ โดยวิธีการดังกล่าวเรียกว่า “เงินเฟ้อ” คือ สภาวะที่เงินเกิดการเสื่อมมูลค่าลงจากอุปทานที่มีมากเกินกว่าสัดส่วนของสินค้าอื่นในตลาด (หรือสามารถผลิตได้ง่ายกว่า)

เงินเฟ้อ (Inflation) ส่งผลกระทบต่อผู้คนทุกคนที่อยู่ห่างไกลจากความสามารถในการผลิตเงิน ทั้งในทางตรงและทางอ้อม โดยผู้คนทั่วไปที่เก็บออมเป็นเงินเฟ้อดังกล่าวจะต้องเผชิญกับสภาวะที่ต้นทุนในการใช้ชีวิตในทุกด้านสูงขึ้นเสมอ และไม่สามารถเก็บออมเงินเป็นเงินที่มีสภาพคล่องได้ (เช่น การนำไปลงทุนในหุ้น หรืออสังหาริมทรัพย์ เป็นต้น) โดยสภาวะเหล่านี้เองตามมาด้วยปัญหาขั้นพื้นฐานมากมาย ซึ่งถูกกล่าวถึงโดย (Ammous, 2018) เป็นสภาวะที่ชื่อว่า High Time Preference ที่กำลังเกิดขึ้นในยุคปัจจุบันเช่นเดียวกัน โดยตั้งชื่อมาตรฐานการเงินในยุคปัจจุบันว่า “มาตรฐานเงินเฟียต” ที่นโยบายทางการเงินถูกควบคุมโดยมนุษย์ผู้มีความผิดพลาด

ปัญหาเหล่านี้ก่อให้เกิดทฤษฎีที่ต้องการจะสร้างเงินที่ “ไม่สามารถควบคุมได้” โดยสมบูรณ์ขึ้นมา และบิตคอยน์ คือ เงินที่ถูกสร้างจากทฤษฎีดังกล่าวเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการควบคุมเงิน

บิตคอยน์

บิตคอยน์ถูกสร้างขึ้นมาโดยผู้ใช้นามแฝงว่า Satoshi Nakamoto โดยเริ่มจากการเผยแพร่ Whitepaper ที่ชื่อว่า “Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System” (Nakamoto, 2009) ในปีค.ศ. 2009 ก่อนที่ตัวเขาจะหายตัวไปตั้งประมาณปีค.ศ. 2011 โดยที่มีใครทราบได้ถึงตัวตน หรือแม้กระทั่งเพศ

จากที่ได้กล่าวไปถึงหัวข้อของ Whitepaper ของบิตคอยน์ จะทราบได้ว่าบิตคอยน์ถูกนำเสนอในสถานะของเงินที่ผู้ใช้งาน สามารถใช้งานระหว่างกันได้โดยไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางโดยสมบูรณ์ โดยโครงสร้างของบิตคอยน์จะประกอบด้วยเทคโนโลยี และทฤษฎีที่มีอยู่เดิม และสร้างขึ้นใหม่โดยตัวผู้สร้างเอง ได้แก่ เทคโนโลยีการเข้ารหัส เช่น Public & Private Key (Merkle, 1980) เป็นต้น, Proof of Work (Back, 2002), Automatic Difficulty Adjustment (คิดค้นขึ้นเอง), Probability Theory (Feller, 1967), Time-stamp (Massias et al., 1999) และ Time-chain (Block-Chain)

โดยบิตคอยน์เป็นเงินดิจิตอลที่ทำงานผ่านการกระจายตัวของบัญชี และถูกยืนยันความจริงของทุกธุรกรรมที่ถูกสร้างขึ้นด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์จาก Miner (นักขุด) ที่ทำหน้าที่ในการบรรจุธุรกรรม แล้วจึงแข่งขันกันสุ่มตัวเลขตามค่าความยากที่ถูกกำหนดโดย Automatic Difficulty Adjustment ที่ทุกบล็อคจะต้องถูกปิดที่เวลาประมาณ 10 นาที โดย Miner จะแข่งขันกันเพื่อรางวัลที่ได้รับจากการปิดบล็อค หรือ Block Reward ที่ประกอบด้วยค่าธรรมเนียมจากการทำธุรกรรม (Transaction Fees) และ Block Incentive ที่สามารถกล่าวได้ว่าเป็นวิธีการผลิตบิตคอยน์ใหม่ โดยการผลิตดังกล่าวจะถูกลดลงร้อยละ 50 ในทุก 210,000 บล็อค และจะสิ้นสุดเมื่อบิตคอยน์มีจำนวน 21 ล้านเหรียญโดยประมาณ โดยกระบวนการทั้งหมดจะถูกตรวจสอบความถูกต้องโดย Nodes ที่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า และได้ผลตอบแทนในรูปแบบของความสามารถในการตรวจสอบธุรกรรมทั้งหมดได้ด้วยตนเอง

ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้นจะสามารถสรุปได้ว่าบิตคอยน์ถูกนำเสนอในสถานะเครื่องมือแก้ไขปัญหาที่เงินรูปแบบอื่นในอดีตไม่สามารถทำได้ คือ การไม่สามารถถูกควบคุมได้ โดยความสามารถนี้จะช่วยให้เงินออมมีความมั่นคงทางการเงินที่มากขึ้น และเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพิสูจน์ความปลอดภัยดังกล่าวด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการของระบบและพยากรณ์แนวโน้มที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของระบบทางในด้านโครงสร้าง และเศรษฐศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงความปลอดภัยในการใช้งานบิตคอยน์ในสถานะเงินออม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ และพิสูจน์ในเชิงตัวเลข หรือในเชิงสถิติ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เงินและปัญหาของเงินออม

เงิน คือ สินค้าที่ถูกใช้งานเพื่อการแลกเปลี่ยนเวลาระหว่างมนุษย์ ทั้งเพื่อการใช้จ่ายและการเก็บออม เช่น ผู้คนแลกเปลี่ยนเป็นเงินทดแทน เพื่อซื้อความสามารถในการทำงานนั้นของผู้อื่น ซึ่งคือการประหยัดเวลาให้กับตนเอง เป็นต้น โดยเงินสามารถเป็นสินค้าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้คนส่วนมากของระบบเศรษฐกิจ หรือ “ตลาด” (Market) เป็นผู้ให้มูลค่า หรือกำหนดว่าสินค้าใดสามารถถูกใช้เพื่อการแลกเปลี่ยนได้ โดยจากการสังเกตรูปแบบของสินค้าทั้งหมดที่ถูกใช้ในสถานะเงินจะสามารถเชื่อมโยงได้ถึงหน้าที่ที่เงินควรจะต้องทำได้ (Menger, 1892) ดังนี้

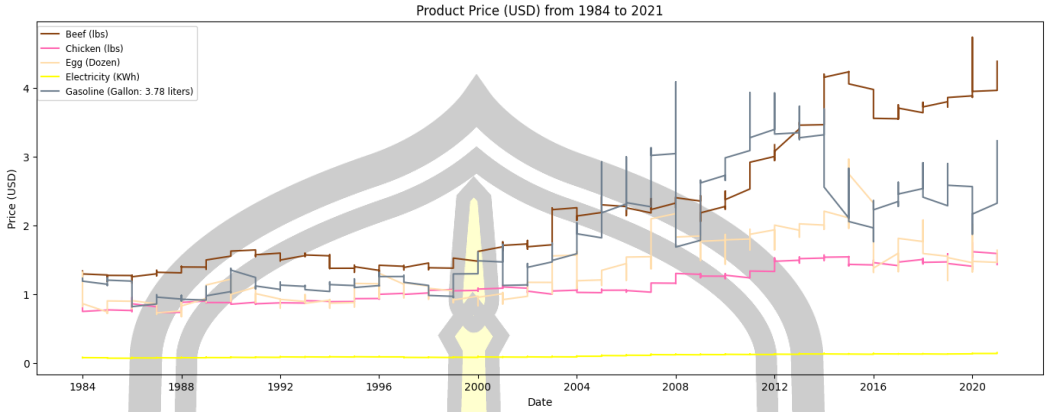
1. ความสามารถในการเก็บรักษามูลค่า (Salability Across Time) – ทั้งในด้านการคงรูปเพื่อการใช้งาน และมูลค่าต่ออุปทาน (Inflation Rate)
2. ความสามารถในการแบ่งหน่วยย่อย (Salability Across Scale)
3. ความสามารถในการขนย้าย (Salability Across Space)
4. ความสามารถในการไม่สามารถถูกปลอมแปลงได้โดยง่าย (Sambandaraksa, 2022)

จากคุณสมบัติดังกล่าวจะทำให้สามารถจำแนกเงินออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ตามความครบถ้วนของหน้าที่ดังกล่าว ได้แก่

1. เงินที่แข็งแรง เช่น ทองคำ เป็นต้น
2. เงินที่ไม่แข็งแรง เช่น เงินเฟียต เป็นต้น

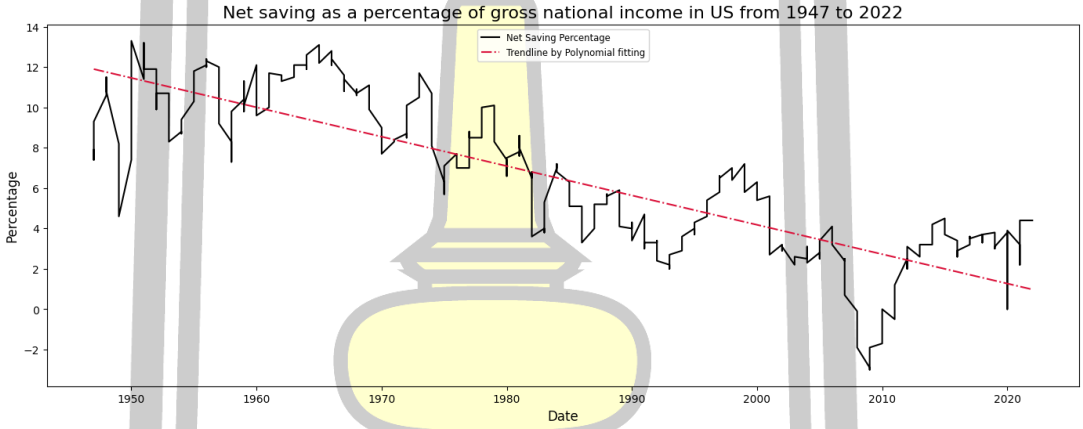
โดยจากในประวัติศาสตร์ การเปลี่ยนผ่านรูปแบบของเงินเกิดขึ้นอยู่เสมอโดยหมุนเวียนกันระหว่างเงินที่แข็งแรง และเงินที่ไม่แข็ง ซึ่งในปัจจุบันเศรษฐกิจของประเทศทั่วโลกส่วนใหญ่กำลังดำเนินการอยู่บนมาตรฐานเงินเฟียตที่มีความไม่มั่นคงทางนโยบายทางการเงินจากการที่สามารถถูกควบคุมได้ และตามมาซึ่งปัญหาจากการขาดสมดุลระหว่างอุปสงค์ และอุปทานของเงิน เรียกว่า “เงินเฟ้อ” (Inflation)

เงินเฟ้อ เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านยุคสมัย หรืออาณาจักรในอดีตทั้งสิ้น ซึ่งรวมถึงปัจจุบันด้วยเช่นกันที่ผู้คนกำลังได้รับผลกระทบจากสภาวะเงินเฟ้อ อันก่อให้เกิดต้นทุนในการใช้ชีวิตที่สูงขึ้น (ดังภาพที่ 1) ที่แสดงให้เห็นถึงมูลค่าของสินค้าที่เพิ่มขึ้นจากการเสื่อมมูลค่าของเงิน และไม่สามารถเก็บออมเงินในรูปแบบที่มีสภาพคล่องได้ (เช่น ต้องนำเงินไปลงทุน เพื่อให้ชนะเงินเฟ้อ เป็นต้น) จนทำให้สัดส่วนการเก็บออมลดลง (ดังภาพที่ 2 และ 3)



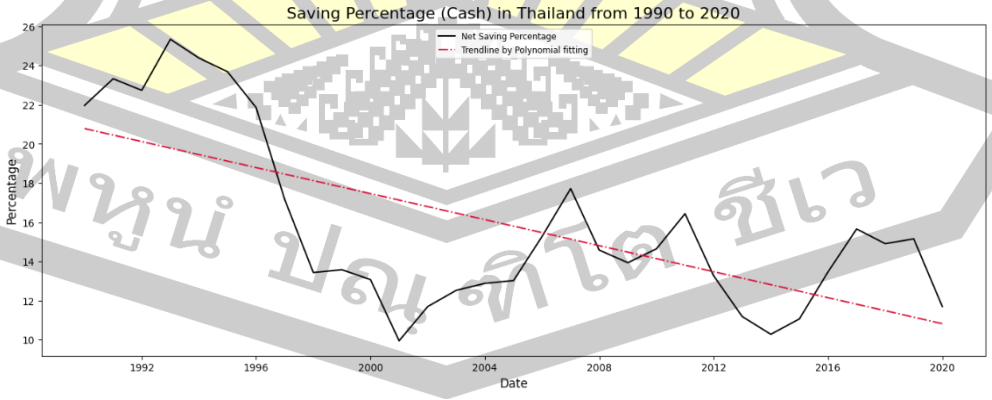
ภาพที่ 1 การปรับตัวของราคาสินค้าในประเทศสหรัฐฯ ปีค.ศ. 1984 – 2022

(FRED, 2022a)



ภาพที่ 2 สัดส่วนของเงินออมในประเทศสหรัฐฯ ในช่วงปีค.ศ. 1947-2022

(FRED, 2022b)



ภาพที่ 3 สัดส่วนของเงินออมในประเทศไทย ในช่วงปีค.ศ. 1990-2020

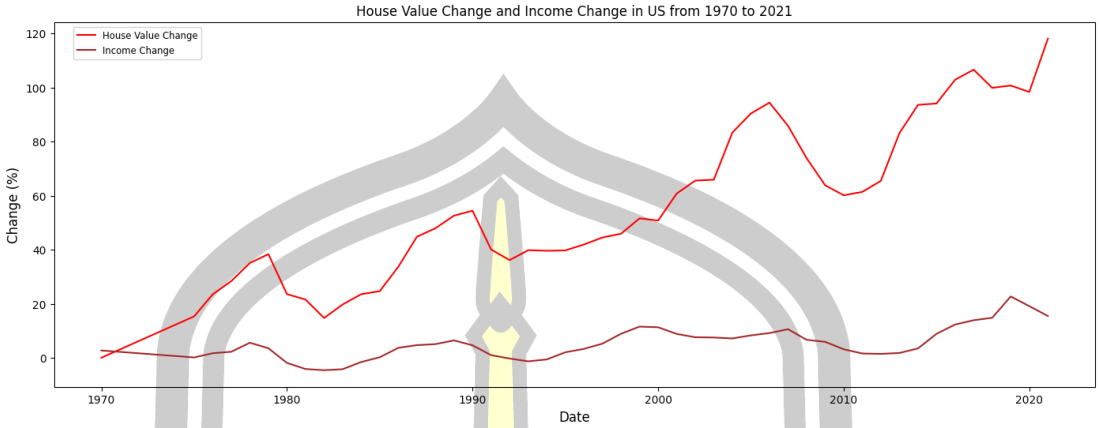
(IBRD, 2020)

ประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในประเทศที่ดำเนินระบบเศรษฐกิจอยู่บนมาตรฐานเงินเฟียต หรือเงินที่ถูกควบคุมโดยรัฐบาลเช่นเดียวกันกับประเทศขนาดใหญ่อย่างประเทศสหรัฐฯ ซึ่งมาตรฐานการเงินดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อผู้คนทั้งหมดโดยเฉพาะผู้คนที่ต้องการจะเก็บออมเงินที่มีสภาพคล่องที่ได้ คงเหลือทางเลือกในการหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการเสื่อมมูลค่าของเงินด้วยวิธีการนำเงินไปลงทุนเพื่อการออม เช่น กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ, LTF และ RMF (Kachonsere, 2017) ทั้งที่เมื่อทำการสำรวจจากงานวิจัยของ (Puchaneewong, 2015) พบว่าผู้คนมีเพียงความต้องวิธีการออมที่มีความเสี่ยงต่ำ และสภาพคล่องที่สูงเพื่อเหมาะกับการนำมาใช้เมื่อเกิดเหตุจำเป็นเท่านั้น

สภาวะเหล่านี้ก่อให้เกิดความไม่มั่นคงขึ้นในหมู่ผู้คนที่ต้องพยายามค้นหาวิธีการเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการเสื่อมมูลค่าของเงิน จนทำให้เกิดสภาวะ High Time Preference (Ammous, 2018) ที่นำพาไปสู่ความผิดพลาดจากการตัดสินใจในสภาวะที่รีบร้อนมากมายทั้งในส่วนของบุคคล หรือบริษัทขนาดใหญ่ที่เคยก่อให้เกิดเหตุการณ์ทางเศรษฐกิจครั้งใหญ่มากมาย เช่น วิกฤตซับไพรม์ ในปีค.ศ. 2008 ที่ประเทศสหรัฐฯ จากการลงทุนที่ผิดพลาด และมีการผิดนัดชำระหนี้มากมาย เป็นต้น

โดยตัวอย่างของสภาวะ High Time Preference เกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะบนมาตรฐานเงินเฟียตที่ผู้คนไม่สามารถวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากต้องใช้เวลาในชีวิตเพื่อค้นหาวิธีการ หรือสินทรัพย์ที่จะทำให้ตนสามารถหลุดพ้นจากการเสื่อมมูลค่าจากการเก็บออมเงินเพียงอย่างเดียวได้ โดยปัญหาต่อมาที่เกิดจากสภาวะดังกล่าว คือ ฟองสบู่ที่เกิดขึ้นกับสินค้าอื่นที่ไม่ควรจะถูกเก็บออมเป็นเงิน และส่งต่อเป็นปัญหาไปในอีกทอด เช่น อสังหาริมทรัพย์ ที่ควรจะถูกใช้งานในสถานะพื้นที่สำหรับการทำธุรกิจ, ค้าขาย หรืออยู่อาศัย แต่เมื่อสภาพคล่องของเศรษฐกิจถูกไหลเวียนเข้าไปสู่อสังหาริมทรัพย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่จะเก็งกำไรให้ชนะเงินเฟ้อ มูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ที่มีอุปสงค์จากความต้องการใช้งานอันเนื่องมาจากพื้นที่อยู่เดิม จึงมีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากทางด้านการเก็บออมเพื่อเก็งกำไรเพิ่มเติม ดังภาพที่ 4 ที่รายได้ของผู้คนไม่สามารถเติบโตได้เท่าทันมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาพที่ 4 อัตราการเปลี่ยนแปลงมูลค่าของที่อยู่อาศัยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของเงินเดือน ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 1995-2021 (Delgado, 2021)

สภาวะดังกล่าวมีความตรงกันข้ามกับสภาวะ Low Time Preference ที่ผู้คนผู้เก็บออมเงินที่แข็งแรง สามารถใช้เวลาในชีวิตเพื่อการวางแผน และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษศาสตร์ได้ เนื่องจากผู้ออมเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในชีวิตค้นวิธีการหลีกเลี่ยงการเสื่อมค่าของเงิน แล้วนำเวลาในชีวิตดังกล่าวไปพัฒนาตนเอง อันก่อให้เกิดประโยชน์แก่เศรษฐกิจในเวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่นในยุคมาตรฐานทองคำที่เริ่มตั้งแต่ยุคเรเนซองส์ (ศตวรรษที่ 15-16 โดยประมาณ) และยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรม (ศตวรรษที่ 18 โดยประมาณ) ที่มีพัฒนาการที่เริ่มต้นจากศูนย์มากมาย และหลายอย่างถูกต่อยอดจนกลายมาเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่เศรษฐกิจในปัจจุบัน เช่น ระบบขนส่ง รถไฟ, เครื่องบิน และรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งแตกต่างกับยุคที่อยู่บนมาตรเงินเฟียต เช่น ยุคมืด (Dark Age) ในช่วงประมาณศตวรรษที่ 10-14 และยุคปัจจุบัน (หลังศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา) ที่มีพัฒนาการในรูปแบบที่เริ่มต้นจากศูนย์น้อยมาก โดยส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่ต่อยอดมาจากยุคมาตรฐานทองคำทั้งสิ้น แต่ทั้งนี้ทองคำที่มีลักษณะทางกายภาพ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดก็สิ้นสุดการทำหน้าที่ในสถานะเงินลงในช่วงศตวรรษที่ 20 อันเนื่องมาจากข้อจำกัดในด้านการเก็บรักษาที่ต้องใช้ต้นทุนสูงทำให้ประชาชนมากกว่าร้อยละ 90 ของประเทศสหรัฐฯ ณ ช่วงเวลาขณะนั้นต้องนำทองคำไปฝากธนาคารเพื่อความปลอดภัย และสุดท้ายก็โดนการออกกฎหมายเพื่อกีดกันการใช้งานทองคำในที่สุด เช่น Executive Order 6102 ที่หากใครถือครองทองคำกายภาพจะถือว่าผิดกฎหมาย เป็นต้น รวมถึงการตอบสนองต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจ เช่น ในด้านการขนย้ายที่มีต้นทุนที่สูงทั้งในด้านการขนส่ง และการตรวจสอบความแท้จริง

จุดอ่อนของทองคำในส่วนนี้ทำให้เกิดการแทรกตัวขึ้นมาของเงินเฟียตที่เป็นมหาอำนาจของโลกในปัจจุบัน คือ ดอลล่าห์สหรัฐฯ ผ่านทั้งกระบวนการทางสงครามโลกครั้งที่ 1, สงครามโลกครั้งที่ 2

และสงครามเย็น เป็นต้น จนนำมาสู่มาตรฐานการเงินที่หมุนเวียนระบบเศรษฐกิจผ่านเงินเฟียตที่สามารถถูกควบคุมได้ โดยสามารถลำดับเหตุการณ์พอสังเขป ที่จะทำให้ทราบถึงขั้นตอนส่วนหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานทองคำสู่มาตรฐานเงินเฟียตได้ดังนี้

ค.ศ. 1912

ประเทศสหรัฐฯ ประกาศก่อตั้งธนาคารกลางสหรัฐฯ เพื่อการดูแลเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจ และดูแลทองคำที่ใช้ค้ำประกันเงินดอลล่าห์สหรัฐ ในขณะนั้นมีการใช้ระบบทองคำค้ำประกันบางส่วนแล้ว ทำให้ประเทศสหรัฐฯที่ขยายเศรษฐกิจมาตั้งแต่หลังสงครามกลางเมือง (Civil war) ในปีค.ศ. 1861 เริ่มขึ้นมาเป็นประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลก

ค.ศ. 1914

เริ่มต้นสงครามโลกครั้งที่ 1 จากปัญหาระหว่างกลุ่มไตรภาคีสองกลุ่มจากประเทศมหาอำนาจใน ณ ขณะนั้น ได้แก่กลุ่มที่หนึ่ง คือ ประเทศอังกฤษ, ฝรั่งเศส และรัสเซีย ส่วนกลุ่มที่สอง คือ ประเทศเยอรมนี, ออสเตรีย-ฮังการี และอิตาลี ในการทำสงครามทำให้ประเทศมหาอำนาจเหล่านี้ต้องใช้เงินทุนมหาศาล ทั้งในการรบและการดูแลเมืองอาณานิคมไม่ให้สูญเสียพื้นที่ให้กับฝ่ายตรงข้าม ผ่านการเก็บภาษี และใช้หุ้นกู้สงคราม (War bond) ที่มีลักษณะเหมือนกับหุ้นกู้ (Bond) ในปัจจุบัน โดยเชิญชวนผ่านแรงจูงใจเรื่องความรักชาติ (Patriotism), ผลตอบแทนที่มั่นคงที่การันตีโดยรัฐบาล และการยกเลิกมาตรฐานทองคำของประเทศอังกฤษ กล่าวคือ ยกเลิกการแลกเปลี่ยนเงินปอนด์เป็นทองคำ และทำให้รัฐบาลอังกฤษสามารถเพิ่มอุปทานเงินปอนด์สำหรับการทำสงครามได้ โดยที่ประเทศอื่นก็ทำเช่นนี้เพื่อจุดประสงค์เช่นเดียวกัน

ประเทศสหรัฐฯ ได้คงสถานะความเป็นกลางในสงครามผ่านการช่วยเหลือและส่งออกสินค้าให้ทั้งสองฝ่ายของสงคราม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ค.ศ. 1917

ประเทศสหรัฐฯเข้าร่วมสงครามโลกครั้งที่ 1 ด้วยเหตุผลของการถูกโจมตีเรือสินค้าโดยเรือดำน้ำของประเทศเยอรมนี และมีการเริ่มใช้หุ้นกู้สงครามโดยการออกกฎหมายให้ธนาคารกลางของสหรัฐฯ สามารถซื้อหุ้นกู้นี้ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มความมั่นใจให้กับประชาชนถึงความมั่นคงของผลตอบแทน (Interest Rate) รวมถึงวิธีการอื่น ได้แก่ การใช้นักแสดงหรือคนที่มีชื่อเสียงในยุคนั้น เช่น ชารีล์ แชปปลิน (Charlie Chaplin) เพื่อเชิญชวนประชาชนมาซื้อหุ้นกู้สงครามที่ในขณะนั้นใช้ชื่อว่า หุ้นกู้สันติภาพ (Liberty Bond) (Sutch, 2015) และท้ายที่สุดคือระงับการแลกเปลี่ยนเงินกระดาษเป็นทองคำ เพื่อให้รัฐบาลมีทุนในการทำสงคราม

ค.ศ. 1918

สงครามโลกครั้งที่ 1 สิ้นสุดในเดือนพฤศจิกายน ฝ่ายของประเทศอังกฤษเป็นผู้ชนะสงครามจากการช่วยเหลือของประเทศสหรัฐฯ ประเทศอังกฤษ และประเทศอื่นที่เข้าร่วมและได้รับผลกระทบจากสงคราม เช่น ประเทศฝรั่งเศส มีความต้องการที่จะฟื้นฟูเศรษฐกิจที่มีความมั่งคั่งลดลงจากการใช้ทองคำเป็นค่าใช้จ่ายในการทำสงคราม และสภาวะเงินเฟ้อที่ทำให้ราคาสินค้าและบริการปรับตัวขึ้นสูง โดยวิธีการแรกที่เลือกใช้ คือ การทำสนธิสัญญาแวซายน์ (Treaty of Versailles) ในปีค.ศ. 1919 เพื่อให้ประเทศผู้แพ้ คือ ประเทศเยอรมนีจ่ายค่าปฏิกรรมสงคราม (War Reparations) ให้กับประเทศอังกฤษและประเทศฝรั่งเศส เหตุการณ์นี้ทำให้ประเทศเยอรมนีที่เพิ่มอุปทานของเงินกระดาษในช่วงสงครามโลกเช่นเดียวกันเกิดสภาวะเงินเฟ้อรุนแรง (Hyperinflation) อันก่อให้เกิดความผันผวนของเงินมาร์ก (Paper Marks) ที่เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าของสินค้าอื่นแล้วลดลงเป็นอย่างมาก รวมถึงสามารถเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนที่มากได้ภายใน 1 วัน (Fergusson, 1975)

ค.ศ. 1920

หลังจากสงครามสิ้นสุด ประเทศสหรัฐที่ ณ ช่วงเวลานั้นใช้อัตราส่วนสำรองทองคำของธนาคารกลางสหรัฐฯ อยู่ที่ร้อยละ 40 ของเงินฝาก (Hazlitt, 1978) และรัฐบาลประเทศสหรัฐฯมีความต้องการที่จะเพิ่มปริมาณอุปทานของเงินกระดาษเพื่อใช้สำหรับการกระตุ้นเศรษฐกิจ ซึ่งคือการพัฒนาอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาวุธ โดยการเพิ่มปริมาณอุปทานของเงินกระดาษนี้ คือ การให้ประชาชนกู้ผ่านธนาคารทั่วไปในดอกเบี้ยที่ต่ำ จนทำให้เกิดยุคที่มีชื่อว่า The Roaring Twenties ที่กลุ่มเงินกู้ปริมาณมากเหล่านี้ถูกนำไปใช้ลงทุนในตลาดหุ้นของสหรัฐฯ โดยเหตุการณ์นี้ไม่ได้เกิดขึ้นแค่เพียงที่ประเทศสหรัฐฯ แต่เกิดขึ้นกับประเทศที่สหรัฐฯให้กู้เงินเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจด้วย เช่น ประเทศอังกฤษ และประเทศฝรั่งเศส เป็นต้น

นอกจากความช่วยเหลือทางด้านเงินกู้ระหว่างประเทศ ประเทศสหรัฐฯเริ่มขยายส่วนแบ่งในด้านการส่งออกมากขึ้น ทำให้ในขณะนั้น หลายประเทศในยุโรปที่ได้รับความเสียหายจากสงครามโลกครั้งที่ 1 ต้องพึ่งพาสินค้านำเข้าจากประเทศสหรัฐฯที่มีทรัพยากรทางธรรมชาติที่มากกว่า

ค.ศ. 1924

ประเทศเยอรมนีที่ไม่สามารถจ่ายค่าปฏิกรรมสงครามได้อีกต่อไป ทำให้ประเทศสหรัฐฯเข้ามาช่วยเหลือด้วยการให้กู้เงิน และแผนการฟื้นฟูเศรษฐกิจด้วยการเจรจากับประเทศอังกฤษและประเทศฝรั่งเศส โดยมีชื่อโครงการ คือ แผนของดาวว์ (Dawes Plan)

ค.ศ. 1929

จากปริมาณอุปทานของเงินกระดาษที่เพิ่มขึ้นมหาศาลในประเทศสหรัฐฯ ผ่านระบบการกู้ดอกเบี้ยต่ำ ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงการกู้ได้ง่ายตั้งแต่ช่วงหลังสงครามโลกเป็นต้นมาทั้งในส่วนของภาคประชาชนและภาคธนาคาร โดยที่เงินกู้ปริมาณมหาศาลนี้ไปกระจุกตัวอยู่ที่ตลาดหุ้นของสหรัฐฯ เพื่อการเก็งกำไรจากสภาวะที่เหมือนเศรษฐกิจกำลังจะดีขึ้นจนทำให้ดัชนีดาวโจนส์ปรับตัวจากประมาณ 80 จุดในปีค.ศ.1920 เป็น 380 จุด (เพิ่มขึ้น 4 เท่าตัวโดยประมาณ)

ในสถานการณ์ของเศรษฐกิจเช่นนี้ที่มีปริมาณอุปทานเงินดอลล่าห์สูง ส่งผลให้ค่าครองชีพอันได้แก่ราคาสินค้าและบริการปรับตัวขึ้น และต่อด้วยภาคการผลิต (Real sector) ที่มีต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นตาม ซึ่งคือ เงินเฟ้อ (Inflation) ในช่วงเวลานั้น แม้ธนาคารกลางยังคงอัตราส่วนสำรองทองคำที่ร้อยละ 35 ของเงินฝาก แต่ก็ไม่เพียงพอให้ธนาคารกลางสหรัฐฯ ใช้วิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการเดียวที่มีในช่วงเริ่มต้นของมาตรฐานหนี้ด้วยการเพิ่มอุปทานเงินดอลล่าห์สหรัฐเพิ่มเติม ทำให้ธนาคารกลางสหรัฐฯ จำเป็นที่จะต้องลดอุปทานเงินดอลล่าห์ในระบบลงด้วยการเพิ่มอัตราดอกเบี้ยเพื่อชะลออัตราเงินเฟ้อ (ช่วงเริ่มต้นของการทำ Quantitative Tightening : Qt ในปัจจุบัน) ส่งผลให้เกิดสภาวะเศรษฐกิจถดถอยครั้งใหญ่ (The Great Depression) ซึ่งส่งผลให้ดัชนีดาวโจนส์ของประเทศสหรัฐฯ ปรับตัวลงร้อยละ 50 และมีอัตราการว่างงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 23 ถึงร้อยละ 33 ในบางพื้นที่ (Frank, 2001) และเป็นที่แน่นอนว่าผลกระทบดังกล่าวส่งผลต่อประเทศที่เริ่มมีการใช้ดอลล่าห์อย่างแพร่หลายเช่นเดียวกัน

ค.ศ. 1933

ความต้องการที่จะแก้ไขสภาวะเศรษฐกิจถดถอยครั้งใหญ่ ทำให้รัฐบาลสหรัฐฯ ประกาศใช้มาตรการ 6102 (Executive order 6102) เพื่อจำกัดสิทธิ์การถือครองทองคำของประชาชนสหรัฐฯ โดยให้ประชาชนนำทองคำแท่ง (Bullion), เหรียญทองคำและกระดาษโน้ตทองคำ มาขายให้กับรัฐบาลโดยแลกเปลี่ยนกับเงินกระดาษในอัตราแลกเปลี่ยนที่ 20.67 ดอลล่าสหรัฐต่อออนซ์ โดยมีมาตรการสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามคือการจำคุก 5-10 ปี และปรับเงิน 10,000 ดอลล่าห์สหรัฐ (Roosevelt, 1933) (มูลค่าเทียบเท่า 224,843 ดอลล่าห์สหรัฐในในปีค.ศ. 2022) โดยมาตรการนี้ถูกใช้

ควบคู่กับการเพิ่มภาษีของประชาชน เพื่อนำไปเพิ่มในงบประมาณในส่วนของกองทุนป้องกันประเทศ (National Savings Programme หรือ Defense bond)

มาตรการ 6102 ถูกใช้โดยให้เหตุผลถึงการเพิ่มความมั่งคั่งให้แก่ประเทศ และเป็นการเพิ่มอุปทานเงินกระดาษเพื่อนำไปใช้กระตุ้นเศรษฐกิจหลังสภาวะเศรษฐกิจถดถอยครั้งใหญ่ ซึ่งรวมถึงการพัฒนาด้านอาวุธสำหรับปกป้องประเทศ โดยโครงการนี้ถูกตั้งชื่อว่า The New Deal และหลังจากโครงการนี้ดำเนินการไปเพียง 2 ปีหลังจากประกาศใช้มาตรการ 6120 ราคาของทองคำเทียบกับดอลล่าห์ปรับตัวสูงขึ้นเป็น 34.93 ดอลล่าห์สหรัฐต่อออนซ์ (หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 67.71) และไม่เคยย้อนกลับมาที่ราคาเท่าเดิมอีกเลยจากการเพิ่มขึ้นของอุปทานเงินดอลล่าห์ที่เพิ่มขึ้นเสมอมา

ค.ศ. 1939

สงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1939 - 1945 โดยประมาณ) เริ่มต้นขึ้นในทวีปยุโรป โดยแบ่งเป็นสองฝั่งได้แก่ ฝ่ายอักษะ (Axis) ที่ประกอบด้วยประเทศขนาดใหญ่อย่าง ประเทศเยอรมนี, ประเทศอิตาลี และประเทศญี่ปุ่น และฝ่ายสัมพันธมิตร (Allies) ได้แก่ ประเทศอังกฤษ, ประเทศฝรั่งเศส , สหภาพโซเวียต (ประเทศรัสเซียในปัจจุบัน) และประเทศสหรัฐฯ (ที่เข้าร่วมในภายหลัง) เป็นต้น

ค.ศ. 1941

ช่วงก่อนหน้าเวลานี้ ประเทศสหรัฐฯยังคงสถานะของความเป็นกลาง โดยการสนับสนุนประเทศฝ่ายสัมพันธมิตรในเรื่องเงินทุนการทำสงคราม และในท้ายที่สุดก็ได้เข้าร่วมสงครามโลกครั้ง 2 อย่างเป็นทางการด้วยการเชิญชวนโดยประเทศญี่ปุ่นที่ส่งกองกำลังเข้าโจมตีฮอโนลูลู เกาะฮาวาย หรือที่เรียกว่าเหตุการณ์ เพิร์ลฮาเบอร์ (Pearl Harbor) ซึ่งเป็นสงครามขนาดใหญ่ที่สุดเหตุการณ์เดียวที่เกิดขึ้นในพื้นที่ของประเทศสหรัฐฯ ทำให้รัฐบาลประเทศสหรัฐฯ ประกาศเปลี่ยนสถานะเงินออมป้องกันประเทศ เป็นหุ้นกู้สงครามอย่างเป็นทางการ พร้อมกับการโฆษณาเพื่อเชิญชวนประชาชนผู้รักชาติให้ซื้อด้วยความรับผิดชอบเช่นเดิมกับที่เคยใช้ในยุคสงครามโลกครั้งที่ 1

ค.ศ. 1945

ในระหว่างสงคราม ประเทศในทวีปยุโรปที่เป็นมหาอำนาจอันได้แก่ ประเทศอังกฤษ และประเทศฝรั่งเศส ได้รับความเสียหายจากสงครามโลกครั้งที่ 2 อย่างมากจากการโจมตีของประเทศเยอรมันตลอดช่วงเริ่มต้นสงคราม แม้สงครามจะสิ้นสุดลงภายในปีนี้ ประเทศอังกฤษและประเทศฝรั่งเศสก็จำเป็นที่จะต้องบูรณะเมืองที่เสียหาย และกอบกู้เศรษฐกิจขึ้นมาใหม่ในสภาวะที่ทองคำภายในคลังสำรองเหลือน้อย

ก่อนหน้าที่สงครามจะสิ้นสุดในไม่กี่เดือนด้วยการใช้ระเบิดปรมาณูโดยประเทศสหรัฐฯ (Atomic Bomb) ที่ฮิโรชิมะและนางาซากิที่ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐฯ ในขณะนั้นที่ถือครองทองคำ 2 ใน 3 ของโลก (FED, 1962) ได้เชิญกลุ่มสัมพันธมิตร 44 ประเทศ เข้าร่วมที่โรงแรมเมาท์วอชิงตัน รัฐนิวแฮมเชียร์ ประเทศสหรัฐฯ ในโครงการ เบรตตันวู้ดส์ (Bretton Woods System) ด้วยเหตุผลเพื่อการจัดระเบียบอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างประเทศด้วยการตรึงราคาของทุกสกุลเงินในแต่ละประเทศเข้ากับเงินดอลล่าห์สหรัฐที่มีทองคำเป็นทรัพย์สินค้ำประกันที่มีการตรึงราคาที่ 35 ดอลล่าห์สหรัฐต่อออนซ์ และให้เหล่าประเทศที่เข้าร่วมนำทองคำของประเทศตนมาฝากให้อยู่ในความคุ้มครองของประเทศสหรัฐฯ ในคลังเก็บทองคำของประเทศที่มีชื่อว่า ฟอร์ทน็อคซ์ (United States Bullion Depository หรือ Fort Knox) รวมถึงเริ่มต้นโครงการฟื้นฟูเศรษฐกิจโลกในประเทศที่ต้องการความช่วยเหลือจากประเทศสหรัฐฯ คือ กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund หรือ IMF) ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านการเงิน และการจัดการวางแผนระบบเศรษฐกิจด้วยเงินดอลล่าห์สหรัฐ

ค.ศ. 1947

เริ่มต้นสงครามเย็น (Cold war) ระหว่างประเทศสหรัฐ และสหภาพโซเวียต (Soviet union) ซึ่งเป็นที่มาของการทำสงครามเพื่อยึดครองทรัพยากรธรรมชาติชนิดใหม่ที่มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในทุกช่วงเวลา คือ น้ำมัน

ค.ศ. 1948

ประเทศสหรัฐฯ ประกาศเริ่มต้นโครงการมาแชล์ (Marshall Plan) เพื่อช่วยเหลือช่วยเหลือกลุ่มประเทศในยุโรปที่มีความต้องการเงินสนับสนุนเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจ โดยใช้งบประมาณ 13 พันล้านดอลล่าห์สหรัฐฯ (มูลค่าเทียบเท่า 157 พันล้านดอลล่าห์สหรัฐในปีค.ศ. 2022) โดยที่มีกลุ่มประเทศขนาดใหญ่ที่ไม่เข้าร่วม คือ สหภาพโซเวียต อันเนื่องมาจากการเริ่มต้นสงครามเย็นระหว่างประเทศสหรัฐฯ

ค.ศ. 1965

ประเทศฝรั่งเศสแลกเปลี่ยนเงินดอลล่าห์สหรัฐทั้งหมดกลับไปเป็นทองคำเพื่อนำกลับมาเก็บรักษาด้วยตนเอง ตามมาด้วยประเทศอิตาลีและประเทศอังกฤษในเวลาต่อมา

.ศ. 1969

ด้วยความช่วยเหลือจากประเทศสหรัฐฯ เศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่น และประเทศเยอรมนีเริ่มฟื้นตัว และแยกส่วนแบ่งภาคการส่งออกของประเทศสหรัฐฯ ส่งผลให้ประเทศสหรัฐฯ ที่ใช้นอกจากใช้งบประมาณในการพัฒนากองกำลังทหาร จนเป็นการเริ่มต้นโครงการอุตสาหกรรมทหาร (Military Industrial Complex) ในปีค.ศ. 1961 ได้ใช้งบประมาณกับการทำสงครามเกาหลี (ค.ศ. 1950 - 1953) และสงครามเวียดนาม (ค.ศ.1955 - 1975) ทำให้ทองคำสำรองของประเทศสหรัฐฯ มีมูลค่าคิดเป็นดอลล่าห์เหลือเพียง 13.2 พันล้านดอลล่าห์สหรัฐ (น้อยกว่าเมื่อเทียบกับธนาคารนอกประเทศสหรัฐฯที่ถือครองทองคำรวมกัน 14 พันล้านดอลล่าห์สหรัฐ)

ค.ศ. 1971

ประเทศเยอรมนีประกาศออกจากโครงการเบรตตันวู้ดส์ ด้วยเหตุผลในการต้องการพัฒนาสกุลเงินภายในประเทศตนเอง (ซึ่งเป็นการนำทองคำกลับประเทศตนเอง) ส่งผลให้มูลค่าดอลล่าห์สหรัฐฯ ปรับตัวลงร้อยละ 7.5 อันเนื่องมาจากอุตสากรรมการส่งออกของประเทศเยอรมนีดังกล่าว ต่อด้วยประเทศสวิสเซอแลนด์ (Switzerland) ที่แลกเปลี่ยนดอลล่าห์สหรัฐฯกลับคืนเป็นทองคำเช่นเดียวกัน ทำให้ในขั้นแรกประเทศสหรัฐฯ ใช้วิธีการลดมูลค่าเงินดอลล่าห์สหรัฐ (Devalue) จากมูลค่าที่ตรึงอยู่กับประเทศอื่น ทำให้ภาคการส่งออกของประเทศสหรัฐฯ เริ่มกลับมาฟื้นตัวอีกครั้ง หลังจากนั้นประเทศสหรัฐฯ ก็ประกาศยกเลิกการแลกเปลี่ยนเงินดอลล่าห์สหรัฐฯเป็นทองคำ กล่าวคือ การยกเลิกการใช้ทองคำเป็นสินทรัพย์ค้ำประกัน (ยกเลิกมาตรฐานทองคำ) และใช้หุ้นกู้รัฐบาล (Bond) เป็นสินทรัพย์ค้ำประกันแทน หรือเรียกว่า มาตรฐานหนี้ (Fiat standard) โดยที่ยังรักษาสถานภาพของทองคำให้เป็นสินทรัพย์ (สินค้า) ที่สามารถซื้อขายได้ตามตลาดอิสระทั่วไปเพียงเท่านั้น

หลังจากการยกเลิกมาตรฐานทองคำเป็นมาตรฐานหนี้ รัฐบาลสหรัฐฯมีการประกาศใช้มาตรา 11615 เพื่อควบคุมรายได้ (Wage) และราคาสินค้า (Prices) ด้วยเหตุผลเพื่อการจัดการปัญหาเงินเฟ้อ (มาตรการนี้ถูกยกเลิกหลังสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 และถูกนำมาใช้งานอีกครั้งจนกระทั่งปีค.ศ. 2022) เหตุการณ์ทั้งหมดที่กล่าวมาภายในปีนี้ทำให้เกิดภาวะ Stagflation กล่าวคือ การปรับตัวของราคาสินค้าที่เพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันอัตราการว่างก็ปรับตัวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน โดยเกิดขึ้นตลอดช่วงปีค.ศ. 1970

ค.ศ. 1973

ประเทศสหรัฐฯ ประกาศยุติโครงการเบรตตันวู้ดส์อย่างเป็นทางการ และยกเลิกการตรึงมูลค่าด้วยการใช้อัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัว (Floating Exchange Rates) รวมถึงช่วงเริ่มต้นของการใช้

เงินสกุลดอลล่าห์สหรัฐในการใช้ซื้อน้ำกับกลุ่ม OPEC (The Organization of the Petroleum Exporting Countries)

ค.ศ. 1980

หลังจากประกาศยกเลิกมาตรฐานทองคำ และเปลี่ยนเป็นมาตรฐานหนี้ การใช้เงินกู้เพื่อการทำธุรกิจก็เริ่มแพร่หลายมากขึ้นยิ่งกว่า The Roaring Twenties ในปีค.ศ. 1920 เพราะถ้าหากไม่เติบโตอย่างรวดเร็วให้ทันผู้อื่นก็จะไม่สามารถอยู่ในอุตสาหกรรมต่อไปได้ (Get big or Get out คือ คำประกาศของรัฐมนตรีการเกษตรฯ ของประเทศสหรัฐฯในช่วงเวลาขณะนั้น) ทำให้อุตสาหกรรมการเกษตรฯ เป็นหนึ่งในอุตสากรรมที่มีเงินกู้ไหลเวียนอยู่ในระบบเป็นปริมาณมากตั้งแต่ในช่วงปีค.ศ. 1970 เป็นต้นมา และภายในปีค.ศ. 1980 ธนาคารสหรัฐฯประกาศเพิ่มดอกเบี้ยเพื่อควบควมคุมเงินเฟ้อ ทำให้ธุรกิจเกษตรฯหลายแห่งล้มละลายจากการไม่สามารถชำระหนี้ที่กู้ยืมมาได้เกิดเป็นวิกฤติฟาร์ม (Farm Crisis) โดยในภายหลังในช่วงปีค.ศ. 1987 รัฐบาลสหรัฐฯได้ประกาศเข้าช่วยเหลือภาคเกษตรฯ ด้วยการให้กู้ยืมในงบประมาณ 4 พันล้านดอลล่าห์สหรัฐ ในชื่อ Farm Credit System (IOWA, 2022)

ค.ศ. 1991

การสิ้นสุดของสงครามเย็น สหภาพโซเวียตซึ่งเป็นฝ่ายพ่ายแพ้ ประกาศเปลี่ยนเป็นประเทศรัสเซีย และเป็นการเริ่มต้นโดยสมบูรณ์แบบของการครอบครองอุตสาหกรรมพลังงานที่โลกต้องการมากที่สุดในขณะนั้น คือ น้ำมัน (Petroleum) โดยประเทศสหรัฐฯ ที่ทุกประเทศที่ต้องการน้ำมันต้องซื้อขายผ่านสกุลเงินดอลล่าห์สหรัฐ

ค.ศ. 1997

ประเทศไทยในสถานะของประเทศกำลังพัฒนา มีความต้องการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยดึงดูดเงินของนักลงทุนต่างชาติด้วยการรักษาอัตราดอกเบี้ยให้สูงบนเงินบาทไทย (Thai Baht) หรือคือการใช้อัตราแลกเปลี่ยนแบบคงที่ (Fixed Exchange Rate) จากการดูแลภายใต้เงินสำรองของประเทศไทย รวมถึงการใช้นโยบายการกู้ดอกเบี้ยต่ำ เพื่อสร้างความต้องการในเงินบาทให้แก่นักลงทุน และผู้นักธุรกิจที่ต้องการเข้าถึงแหล่งเงินกู้ นโยบายนี้ส่งผลให้เกิดการกู้เงินในปริมาณมหาศาลทั้งในส่วนของภาคธุรกิจ และภาคธนาคารทำให้เกิดสัญญาณของปัญหาของวิกฤตอันได้แก่ การกู้เงินต่างประเทศ, หนี้เสีย (Non-performing Loan) และระดับหนี้สิน (Leverage) มากขึ้นเพื่อใช้ในการลงทุนทั้งในตลาดหุ้น และอสังหาริมทรัพย์ เพื่อการเก็งกำไร โดยที่ผลิตภาพ (Productivity) ไม่ได้มีการปรับตัวขึ้นตามปริมาณเงินทุน จนในที่สุดเศรษฐกิจที่เกิดจาก

ความบิดเบือน (Distortion) ก็เกิดวงจรเลวร้ายของความเสี่ยง (Vicious Risk Cycle) คือ วิกฤติต้มยำกุ้ง (Asian Financial Crisis) (Jumreornwong, 2015) ที่ประกาศลอยตัวค่าเงินบาท ทำให้ค่าเงินบาทจาก 25 บาทต่อดอลล่าห์สหรัฐปรับตัวขึ้นเป็น 56.20 บาทต่อดอลล่าห์สหรัฐภายใน 6 เดือน ซึ่งตามมาด้วยการล้มละลายของภาคธุรกิจรวมถึงธนาคาร ทำให้ในที่สุดรัฐบาลแห่งประเทศไทยต้องตัดสินใจกู้เงินกองทุนระหว่างประเทศ (IMF) ในจำนวนเงิน 1.7 ล้านล้านดอลล่าห์สหรัฐ

ค.ศ. 2008

ขณะนั้นประเทศสหรัฐฯ ที่เป็นประเทศผู้นำของโลกในทุกด้าน โดยเฉพาะเทคโนโลยี รวมถึงทุกเกือบทุกประเทศที่ต้องใช้น้ำมันเป็นพลังงานต้องใช้เงินดอลล่าห์สหรัฐ ทำให้ในขณะนั้นความต้องการเงินดอลล่าห์สหรัฐปรับตัวสูงขึ้นเสมอมา จนทำให้เกิดการแข่งขันในการปล่อยสินเชื่อทั้งในส่วนของภาคธุรกิจ, ธนาคาร และประชาชน โดยเฉพาะสินเชื่อความน่าเชื่อถือต่ำ (Subprime) ทำให้ราคาอสังหาริมทรัพย์ในขณะนั้นปรับตัวขึ้นสูงอย่างมาก อันเนื่องมาจากความต้องการเก็งกำไรจากเงินที่สามารถกู้ยืมได้ง่าย จนในที่สุดก็เกิด วิกฤตซับไพรม์ (Subprime Mortgage Crisis) หรือวิกฤตแฮมเบอร์เกอร์ ที่ควบคู่กับการล้มละลายของธนาคารเลแมนบราเธอร์ (Lehman Brothers Holding) ซึ่งเป็นธนาคารที่ดำเนินธุรกิจมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1847 และเป็น 1 ใน 4 ธนาคารขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศสหรัฐฯ ที่มีการปล่อยกู้มหาศาลเช่นเดียวกัน โดยจุดเริ่มต้นจากวิกฤตเครดิต (Credit Crisis) และการลงทุนที่ไม่ประสบความสำเร็จกับธนาคารเพื่อการกู้ยืมแบร์สเติร์นส์ (Bear Stearns) ที่ก่อตั้งมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1923

เลแมนบราเธอส์ไม่ใช่เพียงธนาคารแห่งเดียวที่มีการปล่อยกู้แล้วพบกับวิกฤติการผิดนัดชำระหนี้ รวมถึงการลงทุนที่ไม่ประสบความสำเร็จ แต่ธนาคารแห่งอื่นที่ใหญ่กว่า 3 อันดับแรกด้วยเช่นกัน อันได้แก่ โกลแมนแซคส์ (Goldman Sachs), มอแกนสแตนลีย์ และเมอริลล์ลินช์ (ภายหลังถูกขายให้กับธนาคารแห่งประเทศสหรัฐ (Bank of America)) ก็ได้มีการทำสิ่งดังกล่าวด้วยเช่นกัน แต่ธนาคารเหล่านี้จำเป็นต้องถูกช่วยเหลือโดยรัฐบาล (Bail out) ด้วยการให้กู้ยืมเงินเพื่อฟื้นคืนธุรกิจ อันเป็นที่มาของประโยคที่ว่า ใหญ่เกินกว่าจะปล่อยให้ล้ม (Too Big to fail) ที่เหลือเพียงกลุ่มธนาคารขนาดใหญ่เหล่านี้เท่านั้นที่ไม่เจอสภาวะล้มละลาย ในขณะที่ธนาคารอื่นในประเทศสหรัฐฯ ประกาศล้มละลายมากกว่า 150 แห่ง

วิกฤติซับไพรม์ส่งผลให้ประชากรสหรัฐฯ ประมาณ 15 ล้านคนตกงาน, มูลค่าของทรัพย์สินในการลงทุนและเงินออมปรับตัวลดลง 1.2 ล้านล้านดอลล่าห์สหรัฐ, มูลค่าของตลาดหุ้น (S&P 500) ปรับตัวลงร้อยละ 57, ประชาชนสูญเสียความมั่งคั่งโดยรวม 15 ล้านล้านดอลล่าห์สหรัฐ (ลดลงจาก 97 ล้านล้านดอลล่าสหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 22), มูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ปรับตัวลงร้อยละ 30 และหนี้สาธารณะ (Public debt) ที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 66 ในปีค.ศ. 2008 เป็นร้อยละ 103 ในปีค.ศ.

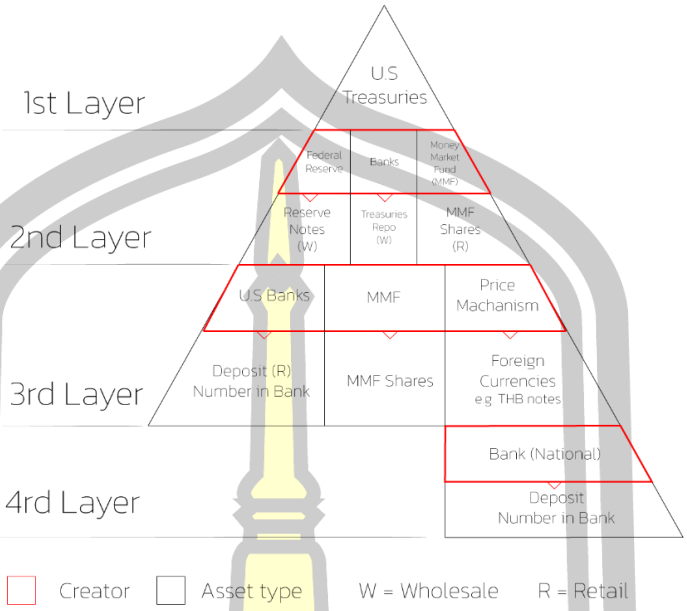
2012 ในอีกทางหนึ่ง กลุ่มประเทศในทวีปยุโรปที่ใช้สกุลเงินดอลล่าห์สหรัฐ ก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันในขนาดที่รองลงมา และวิกฤตเศรษฐกิจดังกล่าวนี้ ประเทศสหรัฐฯได้ประกาศใช้มาตรการเพิ่มอุปทานเงินกระดาษ พร้อมชื่ออย่างเป็นทางการ คือ Quantitative Easing (QE) เพื่อ “แก้ไข” ปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจ

ค.ศ. 2019 - 2022 (ปัจจุบัน)

ในขณะที่หนี้สาธารณะกำลังเพิ่มจุดสูงสุดในทุกช่วงขณะ มีโรคระบาดเกิดขึ้น คือ ไวรัสโคโรนา (Coronavirus) หรือโควิด-19 รัฐบาลสหรัฐฯประกาศมาตรการแก้ไข และฟื้นฟูเศรษฐกิจด้วยการเพิ่มอุปทานเงินดอลล่าห์สหรัฐประมาณ 8.93 หมื่นล้านสหรัฐฯ ในตลอดช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมาส่งผลให้หนี้สาธารณะเพิ่มขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง โดยที่ปัจจุบันอยู่ที่ 30,400,960 ล้านดอลล่าห์สหรัฐ

จากที่แสดงในลำดับเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่งจากประวัติศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนมาตรฐานการเงินเท่านั้น โดยในที่สุดหากเงินใดมีจุดอ่อนที่สามารถถูกควบคุมได้ มนุษย์จะควบคุมเงินดังกล่าวในที่สุดอย่างไม่อาจเลี่ยง ซึ่งมีวิธีที่แตกต่างกันในแต่ละยุคสมัยแต่มีผลลัพธ์เช่นเดียวกันเสมอ ดังนั้นวิธีการแก้ไขปัญหารากฐานที่ส่งผลกระทบต่อการออมจึงไม่ใช่ในด้านการเมืองโดยตรง แต่เป็นเรื่องของมาตรฐานการเงิน ที่จำเป็นต้องมีเงินรูปแบบใหม่ที่ไม่สามารถถูกควบคุมได้โดยสมบูรณ์

ในงานวิจัยเล่มนี้ได้ใช้ข้อมูลอ้างอิง หรือเอกสารที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จากข้อมูลภายในประเทศสหรัฐฯ ซึ่งอาจถูกประเมินว่าไม่มีความเกี่ยวข้องกับประเทศไทย แต่จากผู้เขียน (Bhatia, 2021) ได้สร้างรูปแบบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าเงินระหว่างประเทศที่สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นมา คือ พีระมิดทางด้านเงิน ที่แสดงถึงความสัมพันธ์จากการผลิตเงินในรูปแบบลำดับชั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยที่ต้องพึ่งพาทรัพยากรจากหลายประเทศผ่านการใช้งานเงินดอลล่าห์สหรัฐฯ ทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐฯ จากทั้งนโยบายการควบคุมเงิน หรือผลกระทบจากเศรษฐกิจอื่นจะมีส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเช่นเดียวกัน (ดังภาพที่ 5 ในลำดับชั้นที่ 4) โดยขึ้นอยู่กับเวลาเพียงเท่านั้นจากทฤษฎีผลกระทบทางการเงิน Cantillon Effect (Cantillon, 1755)



ภาพที่ 5 พีระมิดลำดับชั้นการเงิน

บิตคอยน์

“มนุษย์จะไม่สามารถมีเงินที่ดีอีกครั้งได้ หากไม่นำเอาอำนาจการควบคุมเงินออกจากมือของรัฐบาล โดยวิธีการนั้นต้องไม่ใช่วิธีการที่ใช้ความรุนแรง แต่ต้องใช้วิธีการอ้อมๆ โดยใช้ บางสิ่ง ที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุมของรัฐบาล โดยที่รัฐบาลไม่สามารถควบคุม”

คำกล่าวข้างต้นถูกกล่าวโดยนักเศรษฐศาสตร์ชื่อ Friedrich Hayek ในปีค.ศ. 1984 ซึ่งคำกล่าวนี้เป็นที่มาสำคัญของการพยายามสร้างวิธีการในการนำความเป็นส่วนตัว (Privacy) กลับมาสู่ผู้คนอีกครั้ง โดยเฉพาะเรื่องการเงิน อันเป็นรากฐานของการดำเนินชีวิตที่ถูกควบคุมโดยรัฐบาล หรือมนุษย์ผู้มีความผิดพลาดเป็นองค์ประกอบของชีวิตมาโดยตลาด

เทคโนโลยีเริ่มต้นเพื่อทำให้เป้าหมายดังกล่าวสำเร็จเริ่มต้นโดยการสร้างเทคโนโลยีเข้ารหัสชื่อว่า Public-Key Cryptography ขึ้นมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1970 หลังจากนั้นก็มีการคิดค้น และพัฒนากระบวนการดังกล่าวเรื่อยมาจนเกิดเป็นกลุ่มที่ชื่อ Cypherpunk ที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และจุดประสงค์ด้านอื่นนอกเหนือจากเทคโนโลยีด้วย เช่น หลักแนวคิดความเป็นอธิปไตย (Sovereign), ความเป็นส่วนตัว และระบบการเมือง เป็นต้น เพื่อที่นำมาสู่การสร้างเงินไร้ศูนย์กลาง ที่สามารถเป็นเงินที่แข็งแรงบนระบบรับ-ส่งข้อมูลได้

จากการทดลองเพื่อการสร้างเงินดังกล่าวขึ้นมาประมาณ 40 ปี โดยทั้งหมดได้รับผลลัพธ์ที่ล้มเหลว จนกระทั่งปีค.ศ. 2009 หนึ่งในเมลลิสต์ของกลุ่ม Cypherpunk ที่ใช้นามแฝงว่า Satoshi Nakamoto ได้เผยแพร่ Whitepaper ของบิตคอยน์ออกมาชื่อว่า

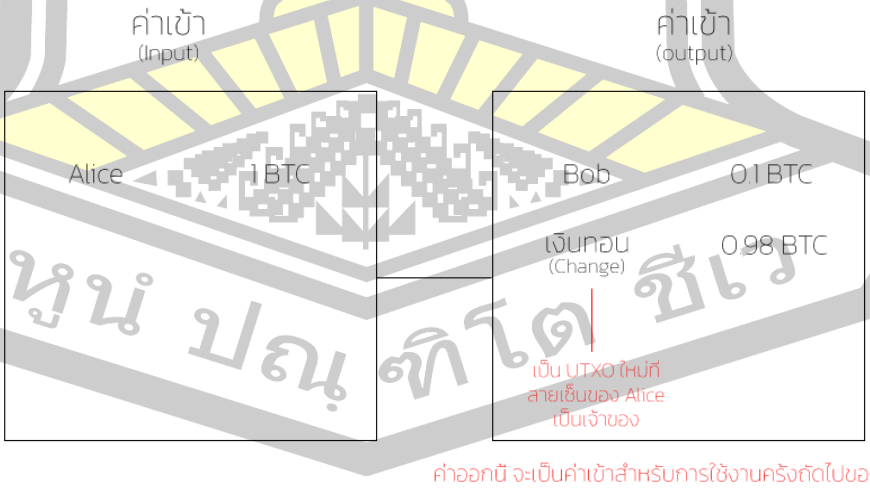
Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System

บิตคอยน์ คือ เงินที่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระหว่างกันได้โดยไม่ต้องพึ่งพาตัวกลางโดยสมบูรณ์ โดยบิตคอยน์มีระบบที่สร้างอยู่บนเทคโนโลยีเข้ารหัส เช่น Public & Private Key Cryptography เป็นต้น โดยที่ส่วนใหญ่ของระบบจะดำเนินการผ่าน SHA-256

บิตคอยน์เป็นซอฟแวร์ที่ทำงานด้วยการรับ-ส่งบัญชีระหว่างกัน โดยใช้พลังงานไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ที่ถูกใช้งานในระบบเป็นเครื่องมือเพื่อยืนยันความจริงของธุรกรรม หรือ Proof of Work ที่เปรียบเสมือน Timestamp ของระบบ โดยบิตคอยน์มีรูปแบบบัญชีแตกต่างจากบัญชีธนาคารที่ประกอบด้วยชื่อผู้ใช้ และจำนวนเงิน แต่บิตคอยน์จะใช้ข้อมูล Output ที่ยังไม่ถูกใช้งาน (UTXO Based: Unspent Transaction Output) ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ที่ถูกแสดงความเป็นเจ้าของ หรือ Locking Script โดยผู้ที่ครอบครอง Private Key เท่านั้นจึงจะสามารถสร้าง Digital Signature ที่ตรงกับ Script ดังกล่าว และใช้งานบิตคอยน์ได้ โดยตัวเลขดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบของที่อยู่ (Address) ดังตัวอย่างที่อยู่ของบิตคอยน์

ตัวอย่างที่อยู่ของบิตคอยน์ (รูปแบบ Segwit)

bc1qar0srrr7xfkvy5l643lydnw9re59gtzzwf5mdq

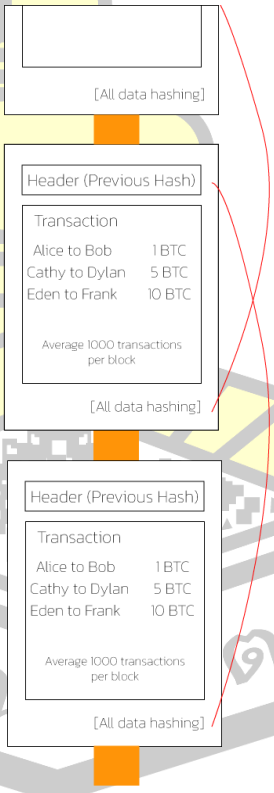


ภาพที่ 6 การโอนสิทธิ์การเป็นผู้ครอบครองบน UTXO Base

ดังที่ได้กล่าวถึงในข้างต้นว่าบิตคอยน์ถูกดำเนินการโดยมีพลังงานไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องจาก 2 หน้าที่หลักของผู้ดำเนินการในบิตคอยน์ ได้แก่

Miner หรือ นักขุด ที่มีหน้าที่นำธุรกรรมที่ถูกสร้างโดยผู้ใช้งาน มาบรรจุลงในบล็อค และใช้พลังงานแข่งขันกันเพื่อสุ่มตัวเลขเพื่อปิดบล็อคที่จะสำเร็จภายในเวลาประมาณ 10 นาที (ควบคุมโดย Automatic Difficulty Adjustment ที่จะปรับความยากในการขุดดังสมการที่ 2.1) และจะได้รับผลตอบแทน คือ ค่าธรรมเนียมของธุรกรรม (Transaction Fees) และ Block Incentive ที่ถูกสร้างจากระบบ โดยจะถูกลดลงร้อยละ 50 ในทุก 210,000 บล็อค (ประมาณ 4 ปี) และจะสิ้นสุดเมื่อบิตคอยน์มีจำนวนครบ 21 ล้านเหรียญโดยประมาณ และจะนำบล็อคได้กล่าวไปเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลหลักที่เรียกว่า Time-Chain (หรือ Block-Chain) ดังแสดงในภาพที่ 7

Node มีหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการทั้งหมดในการดำเนินการระบบของบิตคอยน์ โดย Node จะใช้พลังงานน้อยกว่า Miner เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบเพื่อให้ Node สามารถกระจายตัวอย่างยั่งยืนได้ โดยผลตอบแทนที่ Node จะได้รับ คือ ความสามารถในการตรวจสอบธุรกรรมของตน



ภาพที่ 7 ลักษณะการเชื่อมต่อของ Time-Chain (Block-chain)

สมการที่ 2.1 การคำนวณค่าความยากในการขุดของระบบบิตคอยน์

$$\text{ค่าความยากใหม่} = \text{ค่าความยากเก่า } x \frac{20{,}160 \text{ นาที}}{\text{เวลาที่ใช้ใน } 2{,}016 \text{ บล็อคก่อนหน้า}}$$

โดยในปัจจุบันบิตคอยน์มีทั้งหมด 2 Layers ได้แก่ 1. Base Layer ที่ถูกออกแบบเพื่อความปลอดภัยขั้นพื้นฐาน และ 2. Lightning Network ที่ถูกออกแบบให้เหมาะแก่การขยายตัว (Scaling) บิตคอยน์เป็นเทคโนโลยีที่สามารถแก้ไขปัญหา Double Spending ได้ และปราศจากความเสี่ยงจากการโจมตีโดยตรง (Kaushal et al., 2017) โดยผู้วิจัย (Conti et al., 2018) ได้วิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของบิตคอยน์ โดยพบว่าบิตคอยน์มีความเสี่ยงหนึ่งเดียวจากการโจมตีที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในทางทฤษฎี คือ 51% Attack แต่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านการใช้พลังงานที่ไม่สามารถแข่งขันกับระบบโดยรวมได้ทั้งหมด

ในด้านของ Nodes ในระบบ Base Layer (Essaid et al., 2018) ได้ทำการรัน Node ด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยของระบบที่สำคัญอย่าง Nodes โดยผู้วิจัยได้พบว่าปัญหาเพียงอย่างเดียวของ Node คือ ความล่าช้าของการขยายตัว จึงได้สรุปในงานวิจัยด้วยการแนะนำให้มีการขยายขนาดบล็อคของบิตคอยน์ แต่จากประวัติศาสตร์ของบิตคอยน์ ข้อเสนอดังกล่าวไม่ได้พึ่งถูกนำเสนอเป็นครั้งแรก แต่มีการนำเสนอมาหลายครั้งจนในที่สุดก็เกิดการแยกเชนเกิดขึ้น กลายเป็น Bitcoin XT และ Bitcoin Cash เป็นต้น โดยที่บิตคอยน์เชนหลักยังคงทำงานต่อไปเช่นเดิมจนมาถึงปัจจุบัน เนื่องจากระบบ Node ดังกล่าวถูกออกแบบให้ดำเนินการตามความต้องการของ Node ได้โดยสะดวกเท่านั้น รวมถึงกำลังขุดก็เป็นเช่นเดียวกัน คือ ทั้งสองฝ่ายจำดำเนินระบบที่มอบประโยชน์ให้กับตนมากที่สุดเสมอ เพื่อไม่ให้เป็นการส่งผลกระทบต่อมูลค่า อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางการเงินดั้งเดิม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็น การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์
3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์

ดังที่กล่าวถึงในบทที่ 2 ว่าบิตคอยน์มีสถานะเป็นซอฟแวร์ ที่สามารถเป็นเงินได้ในเวลาเดียวกัน (จากลักษณะ และหน้าที่ของเงิน) 2 ดังนั้นหากต้องการที่จะใช้งานบิตคอยน์ในสถานะเงินออมเพื่ออนาคตอย่างปลอดภัย ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญจึงมีลำดับดังนี้

1. ปัจจัยหลัก ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง
2. ปัจจัยรอง ความสำคัญทางด้านมูลค่า และการรักษามูลค่า

เครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งส่วนในการพยากรณ์ออกเป็น 2 ปัจจัย ดังนี้

1. ปัจจัยที่ 1 ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง

ระบบของบิตคอยน์เป็นซอฟแวร์รูปแบบ Open-source ที่สามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบข้อมูลด้านสถิติในด้านการดำเนินการส่วนใหญ่ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะบ่งบอกถึงเสถียรภาพในการดำเนินระบบของบิตคอยน์ โดยผู้วิจัยได้นิยามข้อมูลดังกล่าวว่า “ดัชนีเสถียรภาพ” (Stabilization Index) โดยจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มดัชนีเสถียรภาพคงตัว คือ ดัชนีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามจำนวนผู้คน หรือพลังงานที่เข้าร่วมระบบ ณ เวลาขณะนั้น โดยดัชนีกลุ่มนี้จะถูกกำหนดให้คงที่ ได้แก่

1.1 Confirmation Time คือ เวลาที่ใช้ในการปิดบล็อคของบิตคอยน์ โดยจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 10 นาที

1.2 Block Height คือ ความสูงของบล็อค ที่เพิ่มขึ้นในทุก 10 นาที

2. กลุ่มดัชนีเสถียรภาพไม่คงตัว คือ ดัชนีที่มีการเปลี่ยนแปลงตามจำนวนผู้คน หรือพลังงานที่เข้าร่วมระบบ ณ เวลาขณะนั้น โดยดัชนีกลุ่มนี้จะประกอบด้วยกลุ่มที่มาจาก Base Layer และ Lightning Network ได้แก่

2.1 Hash Rate คือ อัตราการสุ่มตัวเลขที่เกิดจากการแข่งขันกันเพื่อปิดบล็อคของ Miner

2.2 Active Address คือ จำนวนของที่อยู่ที่เคลื่อนไหวในระบบ ณ ขณะนั้น

2.3 Total Address คือ จำนวนของที่อยู่ในระบบทั้งหมด

2.4 Lightning Network Node คือ จำนวน Node ในระบบ Lightning Network

2.5 Lightning Network Capacity คือ จำนวนของบิตคอยน์ที่อยู่ในระบบ Lightning Network

3. Node ใน Base Layer ของบิตคอยน์ คือ อีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ เนื่องจากระบบที่ให้ความสำคัญกับความเป็นส่วนตัวของหน้าที่ดังกล่าวเป็นอย่างมากจากหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของระบบ

(2) ปัจจัยที่ 2 ความสำคัญทางด้านมูลค่า

ในส่วนของปัจจัยที่ 2 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพ เพื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และค่าความคลาดเคลื่อน (Error) เพื่อวิเคราะห์ว่าการปรับตัวของราคาในหน่วยเงินเฟียตมีผลต่อการปรับตัวของดัชนีเสถียรภาพ (ซึ่งหมายถึงการปรับตัวของระบบ) ของบิตคอยน์หรือไม่ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวถูกให้ความสำคัญในเชิงทฤษฎีที่ว่า ราคาของบิตคอยน์ที่ปรับตัวลง = บิตคอยน์ตายแล้ว จากสถิติที่ถูกรวบรวมว่ามากกว่า 400 ครั้งที่มีการใช้งานทฤษฎีดังกล่าวโดยสำนักข่าวที่มีชื่อเสียง และผู้มีชื่อเสียงอื่น (99Bitcoins, 2022)

2. ความสามารถในการรักษากำลังในการซื้อ ระหว่างเงินเฟียต (ในงานวิจัยเล่มนี้ใช้ดอล่าห์สหรัฐ) และบิตคอยน์ต่อสินค้าประเภทอื่น ได้แก่ สินค้าอุปโภค, บริโภค และโภคภัณฑ์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปัจจัยหลัก (ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง) ผู้วิจัยได้รวบรวมจากองค์กรอิสระที่ทำหน้าที่รัน Node ของบิตคอยน์ ได้แก่ Glassnode.com และ Bitnode.io

2. ปัจจัยรอง (ความสำคัญทางด้านมูลค่า) ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากทั้งองค์กรของรัฐบาล และเอกชน ได้แก่ ฐานข้อมูลของธนาคารกลางประเทศสหรัฐฯ (FRED) และ Stooq.com (ข้อมูลสถิติทางด้านราคา)

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ปัจจัยหลัก (ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง) ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ 3 รูปแบบ ได้แก่

- การวิเคราะห์ความคงที่ของระบบ โดยตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของดัชนีเสถียรภาพ Confirmation Time ที่มีค่าเป้าหมายอยู่ที่ 10 นาที และตรวจสอบความสามารถในการรักษาความเป็นส่วนตัวของ Node (Base Layer) ในปัจจุบัน (สัดส่วนที่สามารถรักษาความเป็นส่วนตัวได้ : สัดส่วนที่มีตำแหน่งแบบเปิดเผย)
- การวิเคราะห์แนวโน้ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นแนวโน้ม (Trendline Analysis) ด้วยการใช้สมการพหุนาม (Polynomial) ดังสมการที่ 1 โดยหากเส้นแนวโน้มอยู่ในช่วงขาขึ้นจะบ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบที่มีแนวโน้มในการเพิ่มขึ้น แต่หากเส้นแนวโน้มอยู่ในช่วงขาลงจะบ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบที่มีแนวโน้มในการลดลง

สมการที่ 1 สมการที่ใช้วิเคราะห์แนวโน้ม

$$\mathbf{y = mx + c}$$

เมื่อ: m คือ ความชันของเส้น

c คือ y-intercept

x และ y คือ พิกัดของแกน x และ y

- การพยากรณ์ (Forecasting) โดยจะใช้กับดัชนีเสถียรภาพไม่คงตัวเท่านั้น ด้วยการใช้วิธี Polynomial Regression เนื่องจากข้อมูลดัชนีเสถียรภาพมีความไม่เกี่ยวข้องกันทั้งกับตัวแปรภายใน (ดัชนีเสถียรภาพอื่น) และตัวแปรภายนอก (เช่น ราคาในหน่วยเงินเฟียต) ทำให้การวิเคราะห์ด้วย Regression ที่สามารถระบุช่วงเวลาได้นั้นเหมาะสมที่จะนำมาใช้พยากรณ์ โดยผู้วิจัยจะพยากรณ์ดัชนีเสถียรภาพไม่คงตัวในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า (ปีค.ศ. 2022 - 2032) ดังสมการที่ 2

สมการที่ 2 สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการ Regression

$$\mathbf{f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^n \ldots c_nx^n}$$

เมื่อ: n คือ ระดับของพหุนาม

c คือ เซ็ตของ Coefficients

โดยหากค่าพยากรณ์มีค่าเพิ่มขึ้นจะบ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่หากค่าพยากรณ์มีค่าลดลงจะบ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบที่คาดว่าจะลดลงในอนาคต

2. ปัจจัยรอง (ความสำคัญทางด้านมูลค่า)

- ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเสถียรภาพ และราคาในหน่วยเงินเฟียต โดยวิธีการที่ 1. คือการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และวิธีที่ 2. คือ การตรวจสอบความคลาดเคลื่อน (Error) โดยใช้ดัชนีเสถียรภาพ ได้แก่ Block Height, Hash Rate, Active Address และ Total Address โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าสหสัมพันธ์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินค่าสหสัมพันธ์

ประเภทความสัมพันธ์	ค่าความสัมพันธ์
Strong Positive	$x \geq 0.5$
Weak Positive	$0 < x < 0.5$
No Relationship	0
Weak Negative	$-0.5 < x < 0$
Strong Negative	$x \leq -0.5$

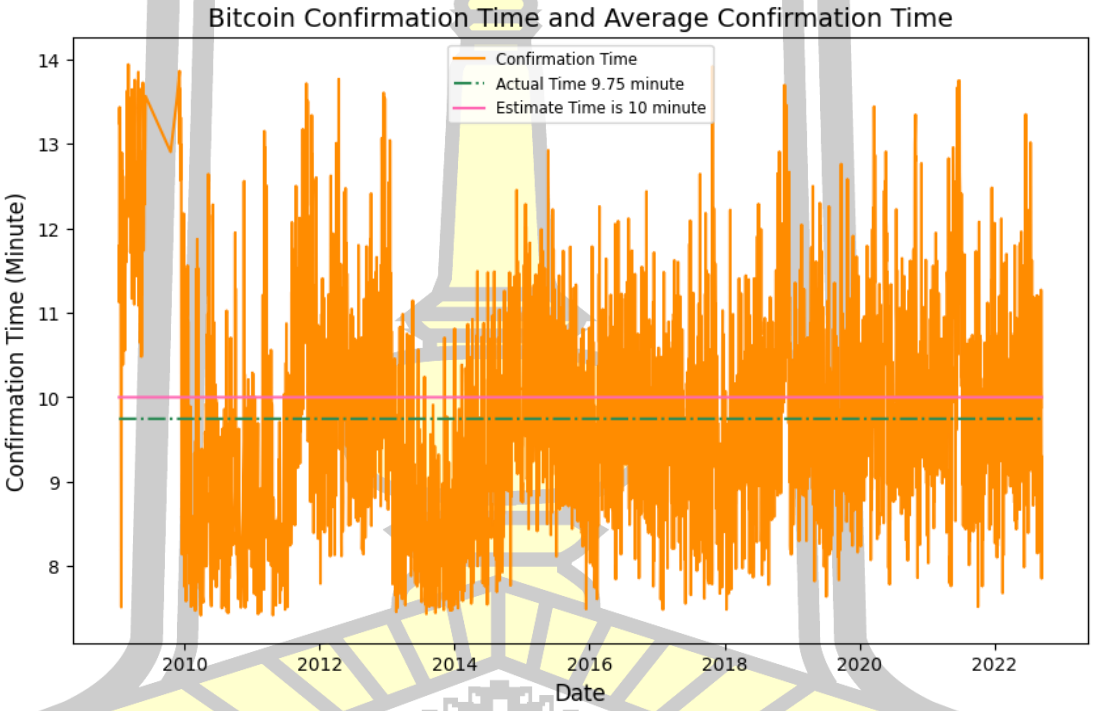
- การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังในการซื้อ (Purchasing Power) ระหว่างเงินเฟียต (หน่วยดอลล่าห์สหรัฐ) และบิตคอยน์ (หน่วย Satoshi หรือ sat คือ หน่วยย่อย 8 จุดทศนิยมของบิตคอยน์) ต่อสินค้าอื่น ได้แก่ สินค้าอุปโภค, สินค้าบริโภค และสินค้าโภคภัณฑ์

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิจัย

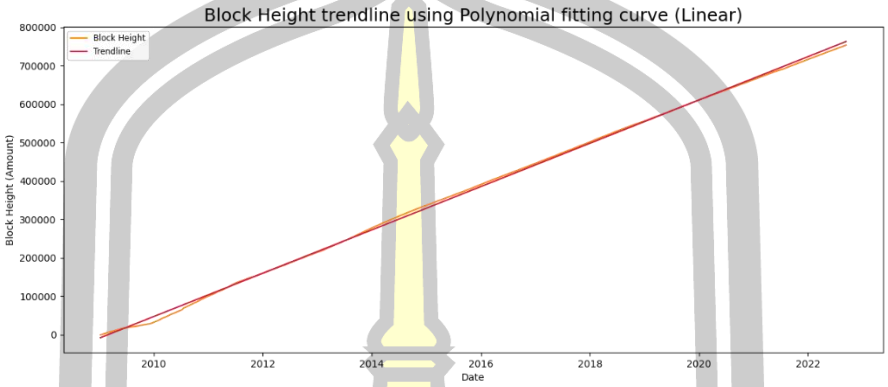
ปัจจัยหลัก ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง

การตรวจสอบความคงที่ของดัชนีเสถียรภาพคงตัว Confirmation Time จากการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน โดยจากภาพที่ 8 พบว่าค่าเวลาจริงอยู่ที่ 9.75 นาที ซึ่งคลาดเคลื่อนจากค่าเป้าหมาย (10 นาที) อยู่ที่ร้อยละ 2.56

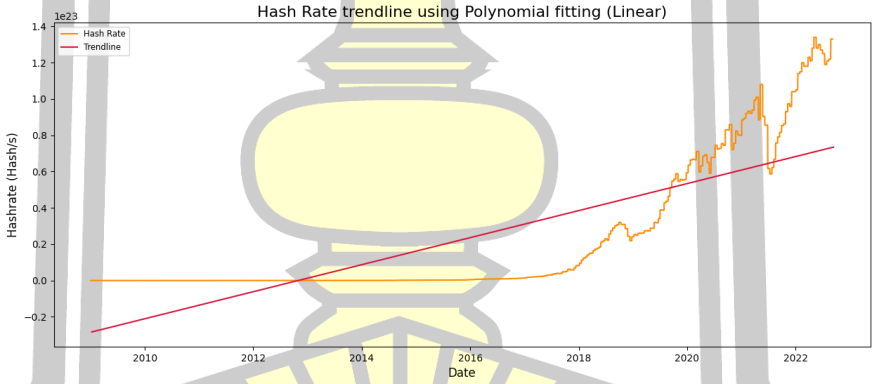


ภาพที่ 8 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปิดบล็อคของบิตคอยน์ (Confirmation Time) จากข้อมูลในช่วงปีค.ศ. 2010 – 2022

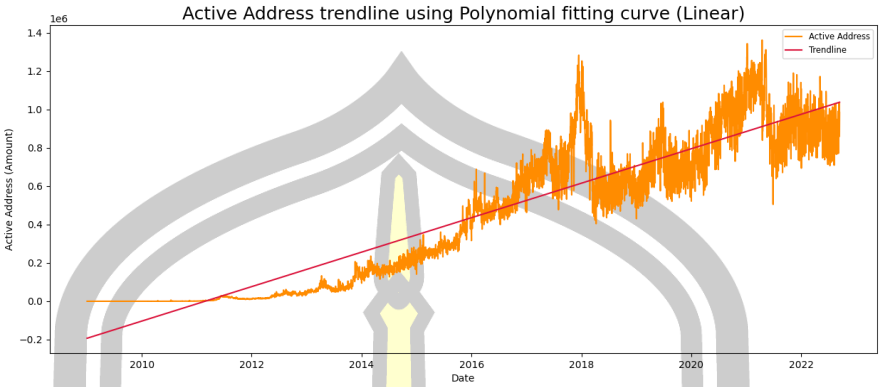
การตรวจสอบแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นแนวโน้ม (Trendline Analysis)



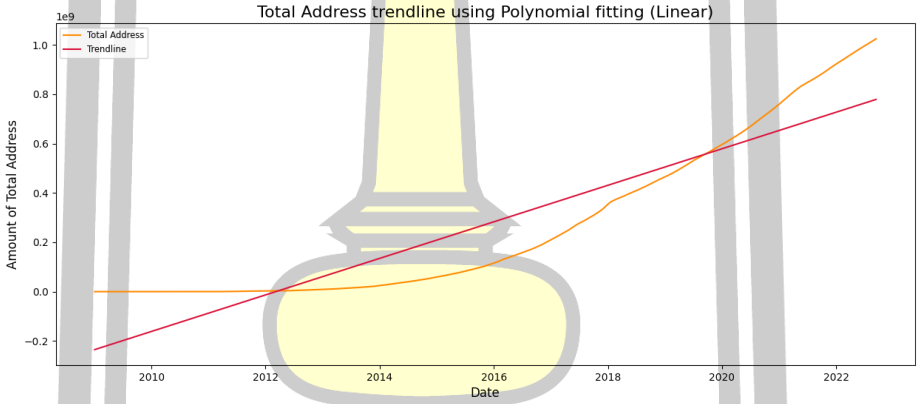
ภาพที่ 9 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Block Height ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



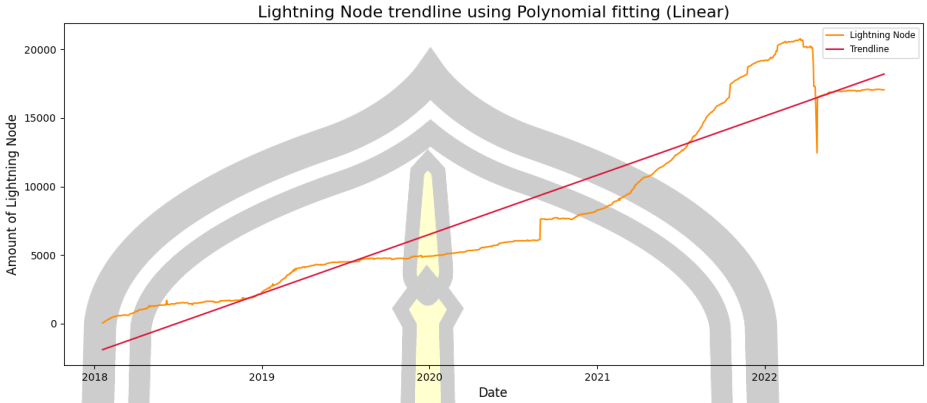
ภาพที่ 10 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Hash Rate ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



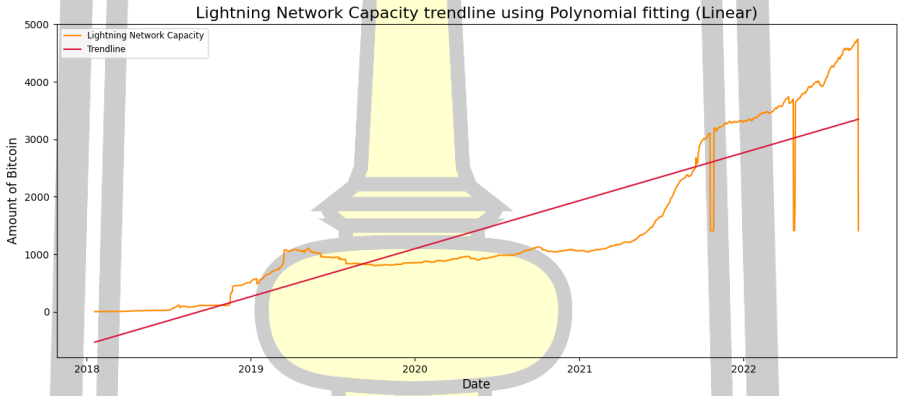
ภาพที่ 11 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Active Address ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



ภาพที่ 12 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Total Address ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



ภาพที่ 13 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Lightning Node (Amount)
ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



ภาพที่ 14 เส้นแนวโน้มของดัชนีเสถียรภาพ Lightning Network Capacity
ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022

จากภาพที่ 11-14 พบว่าดัชนีเสถียรภาพทั้ง 6 อยู่ในสถานะขาขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบในปัจจุบันที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ค่าพยากรณ์ดัชนีเสถียรภาพด้วยการใช้วิธี Polynomial Regression

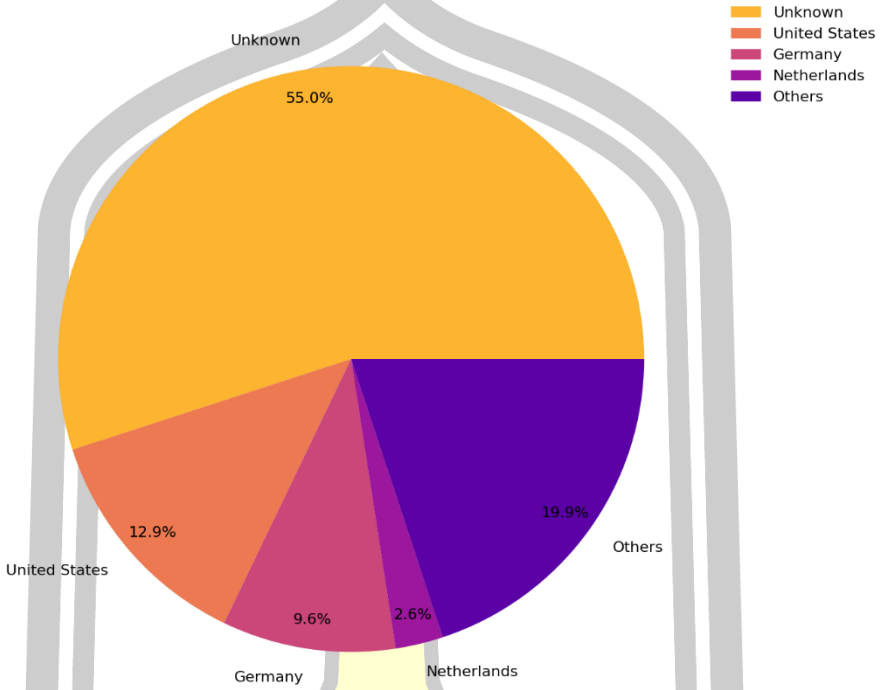
โดยผลการพยากรณ์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าพยากรณ์ดัชนีเสถียรภาพ ในช่วงปีค.ศ. 2022-2032

ประเภทดัชนีเสถียรภาพ	ช่วงเวลา					
	ปัจจุบัน (ค.ศ.2022)	6 เดือน	1 ปี	3 ปี	5 ปี	10 ปี
Hash Rate (Hash/sec)	$1.33x10^{23}$	$1.32x10^{23}$	$1.47x10^{23}$	$2.13x10^{23}$	$2.90x10^{23}$	$5.34x10^{24}$
Active Address (Amount)	984,998	1,016,219	1,081,976	1,767,181	3,824,388	25,123,857
Total Address (Amount)	1.02×10^9	1.17×10^9	1.27×10^9	1.76×10^9	2.34×10^9	4.16×10^9
Lightning Node (Amount)	17,050	25,089	29,690	51,726	79,958	177,648
Lightning Capacity (BTC)	1,408	5,352	6,585	12,757	21,012	50,768

จากตารางที่ 2 จะสามารถสรุปได้ว่าดัชนีเสถียรภาพ หรือความปลอดภัยของระบบมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต โดยใน 10 ปีข้างหน้า (ค.ศ. 2032) Hash Rate จะมีการเพิ่มขึ้นร้อยละ 149.21, Active Address จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2,450.65%, Total Address จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 307.84, Lightning Network Nodes จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 941.92 และ Lightning Network Capacity จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 3,505.68

การตรวจสอบความคงที่ของดัชนีเสถียรภาพ Node ใน Base Layer



ภาพที่ 15 สัดส่วนของ Nodes ใน Base Layer ของบิตคอยน์

จากภาพที่ 15 พบว่าร้อยละ 55 (7,983 Nodes) ของจำนวน Nodes ทั้งหมด (14,930 Nodes) สามารถรักษาสถานะความเป็นส่วนตัวได้ (Unknown) ซึ่งบ่งบอกถึงความคงที่ของระบบในการดำเนินการได้อย่างปลอดภัย

ปัจจัยรอง ความสำคัญทางด้านมูลค่า

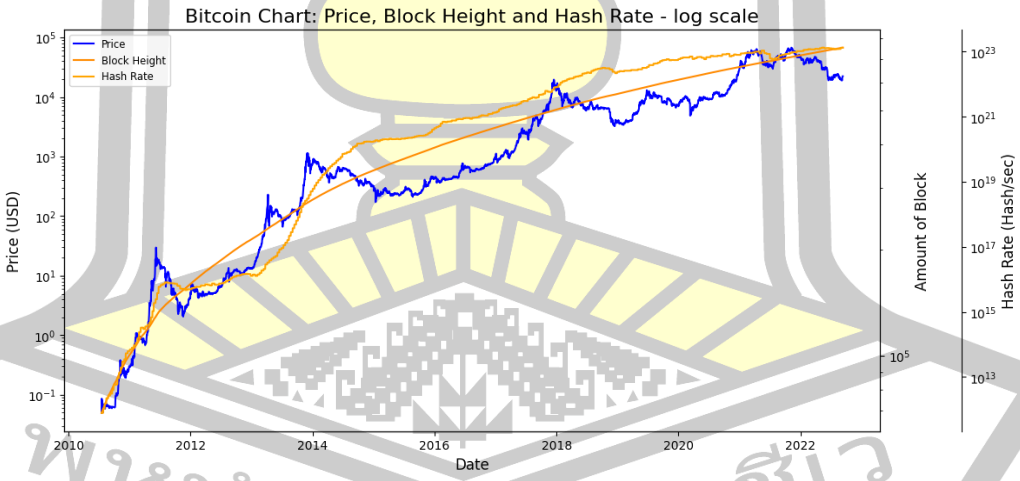
การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพของบิตคอยน์

- ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียต และดัชนีเสถียรภาพ

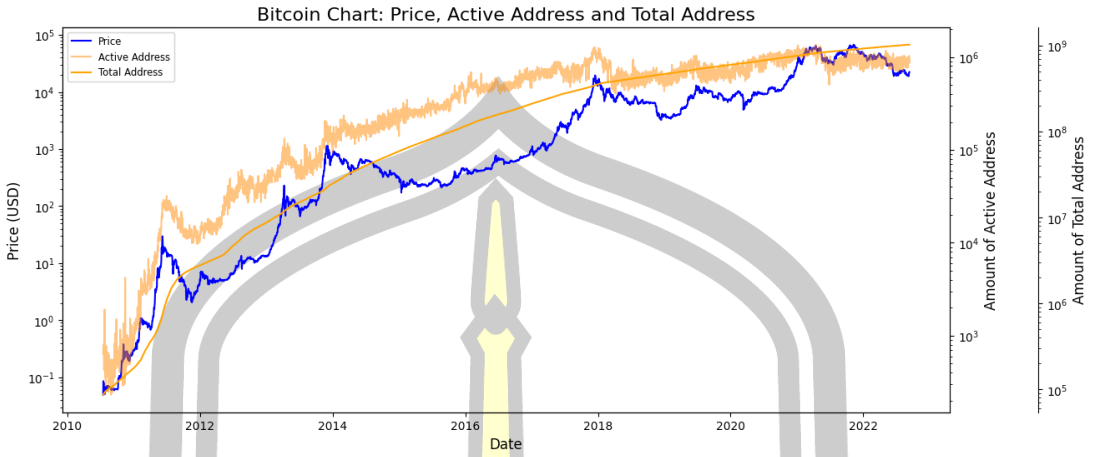
ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและบิตคอยน์ โดยใช้ข้อมูลแบบเต็มระยะเวลา (ค.ศ. 2010-2022)

ประเภทของดัชนี		ค่าความสัมพันธ์	ประเภทความสัมพันธ์
ราคา	*Block Height*	*0.70*	*Strong Positive*
	Hash Rate	*0.83*	*Strong Positive*
	Confirmation time	0.15	*Weak Positive*
	Active Address	*0.68*	*Strong Positive*
	Total Address	*0.82*	*Strong Positive*

จากตารางที่ 3 พบว่าร้อยละ 80 ของค่าสหสัมพันธ์อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ (Strong Positive) ซึ่งหมายถึงการปรับตัวของราคาในหน่วยเงินเฟียตอาจส่งผลต่อการปรับตัวของดัชนีเสถียรภาพ เนื่องมาจากบิตคอยน์มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นของราคาอยู่ที่ประมาณร้อยละ 189.23 ต่อปี ซึ่งเป็นแนวโน้มขาขึ้นเช่นเดียวกันกับแนวโน้มขาขึ้นของดัชนีเสถียรภาพ (ดังแสดงในภาพที่ 16 และ 17)



ภาพที่ 16 แนวโน้มระหว่างราคาของบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียตกับ Block Height และ Hash Rate ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022



ภาพที่ 17 แนวโน้มระหว่างราคาของบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียตกับ Active Address และ Total Address ในช่วงปีค.ศ. 2010-2022

ดังนั้นเพื่อให้การวิเคราะห์มีความเจาะจงมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ช่วงเวลาที่ราคาในหน่วยเงินเฟียตมีการปรับตัวลงมากกว่าร้อยละ 100 (Down Trend) ก่อนที่จะมีการปรับตัวขึ้นรอบใหม่ในช่วงปีค.ศ. 2010 – 2022 โดยใช้ทั้งหมด 7 ช่วงเวลา ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ช่วงเวลาและร้อยละการปรับตัวลงของราคาบิตคอยน์ในช่วงปีค.ศ. 2022-2032

ครั้งที่	ช่วงเวลา	ร้อยละการปรับตัวลง
1	2011 มิ.ย. – 2011 พ.ย.	-1,345
2	2013 เม.ย. – 2013 ก.ค.	-247
3	2013 ธ.ค. – 2015 ม.ค.	-559
4	2017 ธ.ค. – 2018 ธ.ค.	-491
5	2019 ม.ค. – 2020 มี.ค.	-147
6	2021 เม.ย. – 2021 ก.ค.	-112
7	2021 พ.ย. – 2022 ก.ย.	-259

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพ จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่มีการปรับตัวลง

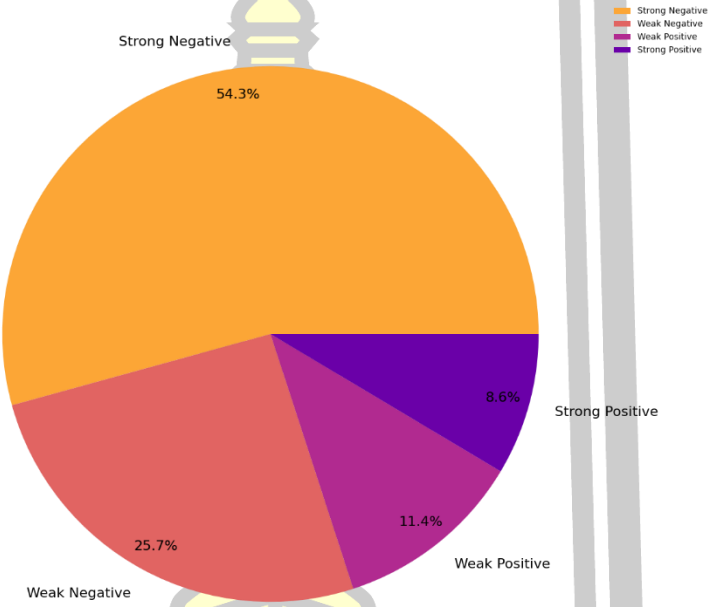
ครั้งที่	ระยะเวลา (วัน)	ร้อยละการปรับตัวลง	ประเภทดัชนี		ค่าสหสัมพันธ์	ประเภทของความสัมพันธ์
1	163	-1,345	Price	Block Height	-0.95	Strong Negative
				Hash Rate	-0.37	Weak Negative
				Block Time	-0.74	Strong Negative
				Active Address	0.89	Strong Positive
				Total Address	-0.96	Strong Negative
2	88	-247	Price	Block Height	-0.46	Weak Negative
				Hash Rate	-0.52	Strong Negative
				Block Time	-0.08	Weak Negative
				Active Address	0.41	Weak Positive
				Total Address	-0.43	Weak Negative
3	406	-559	Price	Block Height	-0.83	Strong Negative
				Hash Rate	-0.79	Strong Negative
				Block Time	-0.44	Weak Negative
				Active Address	-0.64	Strong Negative
				Total Address	-0.83	Strong Negative
4	362	-491	Price	Block Height	-0.83	Strong Negative
				Hash Rate	-0.78	Strong Negative
				Block Time	-0.39	Weak Negative
				Active Address	0.76	Strong Positive
				Total Address	-0.84	Strong Negative

ตารางที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพจากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่มีการปรับตัวลง

ครั้งที่	ระยะเวลา (วัน)	ร้อยละของการปรับตัวลง	ประเภทดัชนี		ค่าสหสัมพันธ์	ประเภทของความสัมพันธ์
5	*262*	*-147*	*Price*	*Block Height*	*-0.61*	*Strong Negative*
				Hash Rate	*-0.59*	*Strong Negative*
				Block Time	*-0.18*	*Weak Negative*
				Active Address	*0.17*	*Weak Positive*
				Total Address	*-0.60*	*Strong Negative*
6	*96*	*-112*	*Price*	*Block Height*	*-0.89*	*Strong Negative*
				Hash Rate	*0.48*	*Weak Positive*
				Block Time	*-0.31*	*Weak Negative*
				Active Address	*0.75*	*Strong Positive*
				Total Address	*-0.90*	*Strong Negative*
7	*302*	*-259*	*Price*	*Block Height*	*-0.93*	*Strong Negative*
				Hash Rate	*-0.79*	*Strong Negative*
				Block Time	*-0.11*	*Weak Negative*
				Active Address	*0.23*	*Weak Positive*
				Total Address	*-0.93*	*Strong Negative*

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

โดยจากตารางที่ 5 และ 6 พบว่าร้อยละ 54.3 ของค่าสหสัมพันธ์มีรูปแบบความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญ (Strong Negative) รองลงมา คือ ความสัมพันธ์ในทางลบอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Weak Negative) ที่ร้อยละ 25.7 และความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Weak Positive) อยู่ที่ร้อยละ 11.4 ในระหว่างที่ความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ (Strong Positive) อยู่ที่ร้อยละ 8.6 ซึ่งบ่งบอกถึงว่าในสภาวะที่ราคาในหน่วยเงินเฟียตมีการปรับตัวลง แต่ดัชนีเสถียรภาพยังคงมีการปรับตัวขึ้นเสมอ โดยสัดส่วนของค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลา ดังแสดงในภาพที่ 18 โดยมีความหมายว่า การปรับตัวของราคาบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียต ไม่มีผลต่อการปรับตัวลดลงของระบบบิตคอยน์ ในขณะเดียวกันความปลอดภัยของระบบเพิ่มขึ้นทุกขณะแม้ราคาจะมีการปรับตัวลง



ภาพที่ 18 สัดส่วนของค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาของราคาในหน่วยเงินเฟียตและดัชนีเสถียรภาพของบิตคอยน์

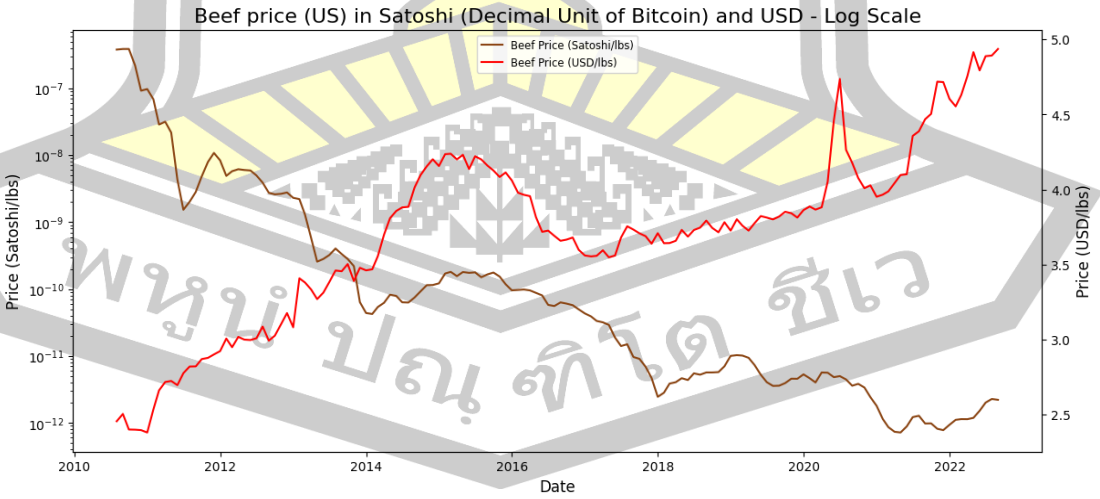
- ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของดัชนีเสถียรภาพ Confirmation Time จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่ราคาในหน่วยเงินเฟียตมีการปรับตัวลง โดยจากตารางที่ 7 พบว่า Confirmation Time มีค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.64 โดยมีความหมายว่าราคาของบิตคอยน์ในหน่วยเงินเฟียต ไม่ส่งผลต่อการปรับตัวของ Confirmation Time ที่แสดงให้เห็นถึงค่าความคงที่ที่ถูกตั้งค่าตั้งแต่เริ่มต้น

ตารางที่ 7 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Confirmation Time จากข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่ราคาในหน่วยเงินเฟียตมีการปรับตัวลง

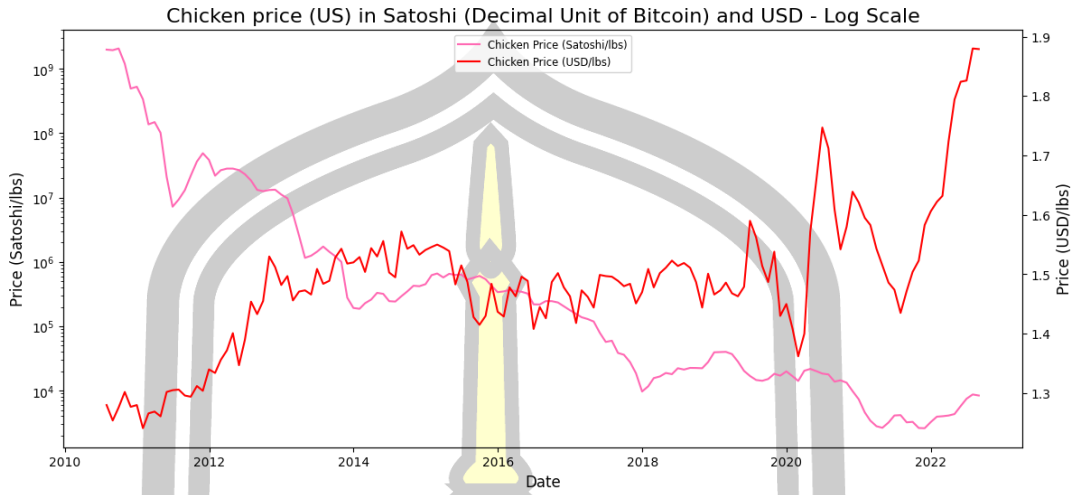
ครั้งที่	*ระยะเวลา (วัน)*	*ร้อยละการปรับตัวลง*	*ค่าความคลาดเคลื่อน (%)*
1	163	-1345	0.0025
2	88	-247	1.56
3	406	-559	0.62
4	362	-491	0.06
5	262	-147	0.06
6	96	-112	2.22
7	302	-259	0.0036
ค่าเฉลี่ย			*0.64*

การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังในการซื้อระหว่างบิตคอยน์ และเงินเฟียต

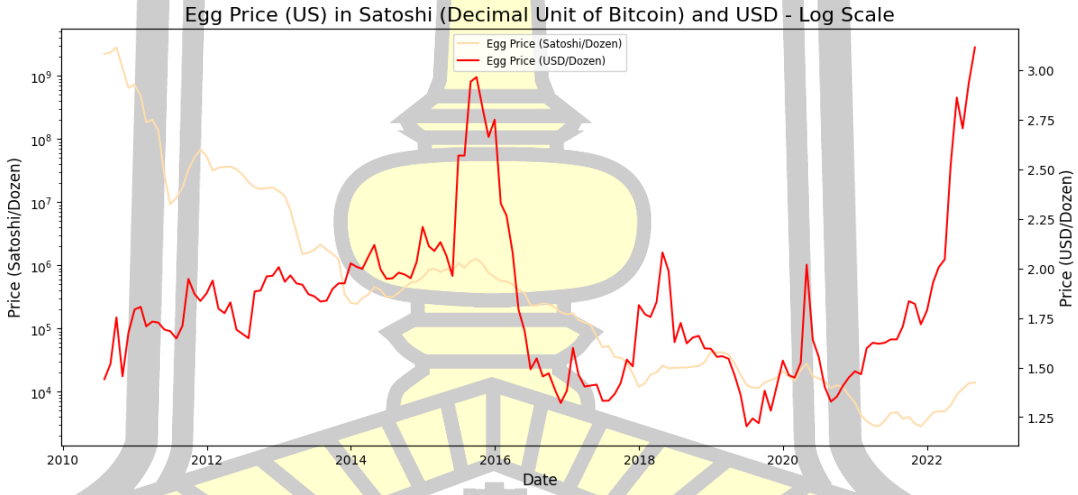
ในหัวข้อนี้บิตคอยน์จะใช้หน่วย sat ซึ่งเป็นหน่วยจริงของบิตคอยน์ที่หมายถึง 1 บิตคอยน์เท่ากับ 108 sat และเงินเฟียตจะใช้หน่วย USD (US Dollar) เพื่อเปรียบเทียบกำลังซื้อต่อสินค้าอุปโภค, สินค้าบริโภค และสินค้าโภคภัณฑ์



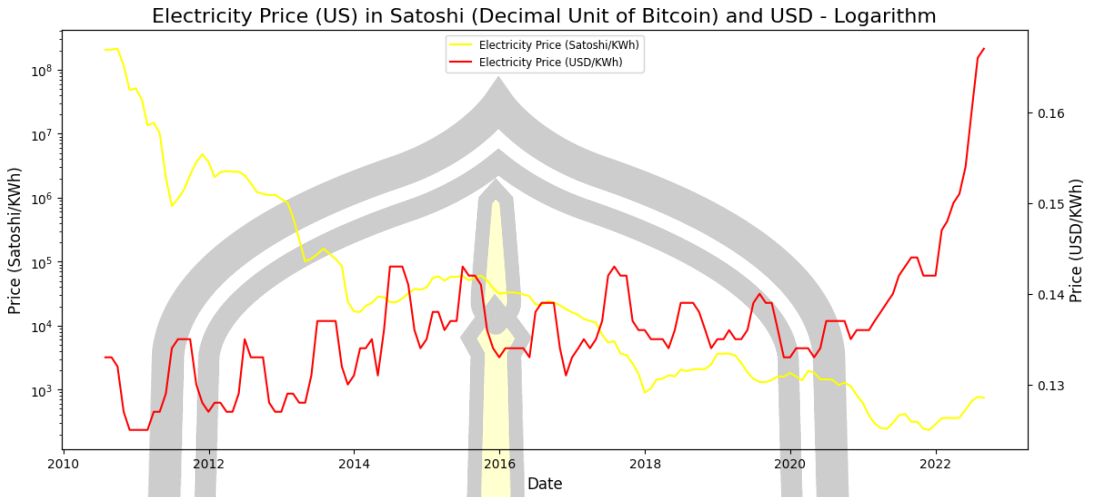
ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียตต่อเนื้อวัว 1 ปอนด์ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 - 2022



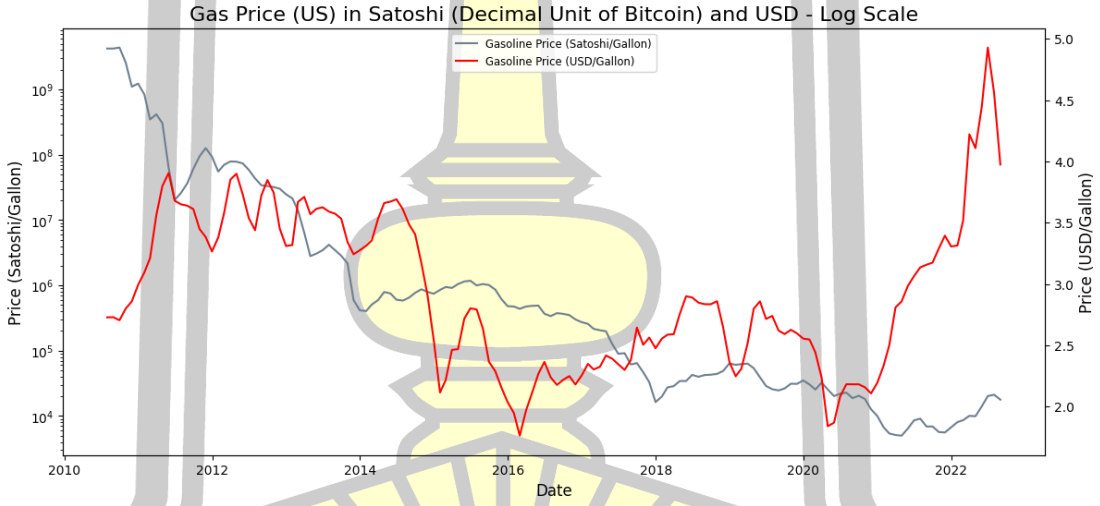
ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อเนื้อไก่ 1 ปอนด์ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 – 2022



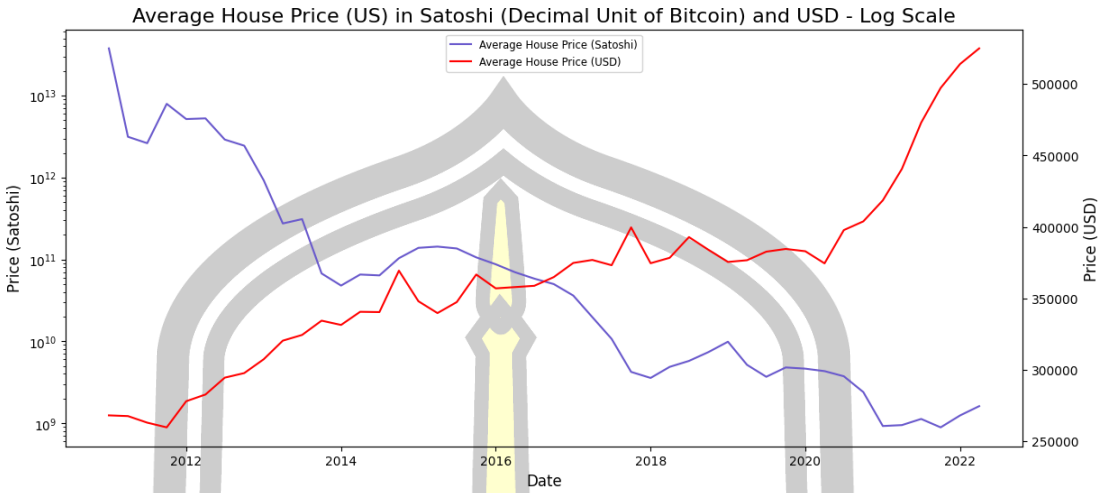
ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อเนื้อไข่ไก่ 1 โหลในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 - 2022



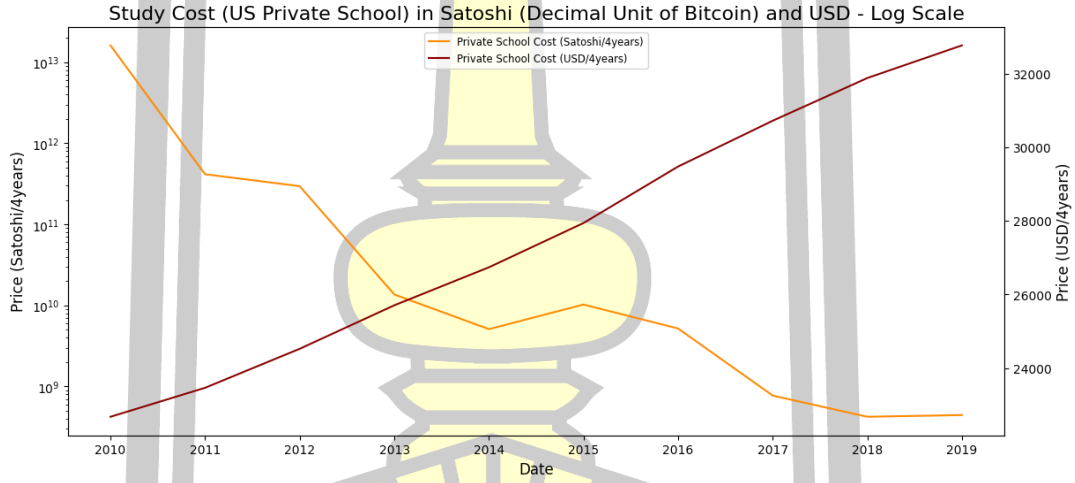
ภาพที่ 22 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (KWh) ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 - 2022



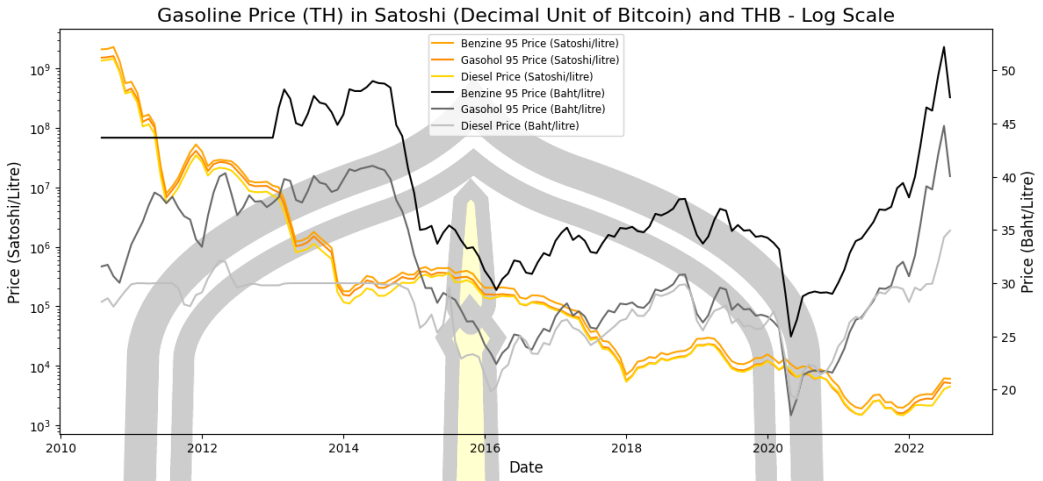
ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อราคาน้ำมัน 1 แกลลอนในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 - 2022



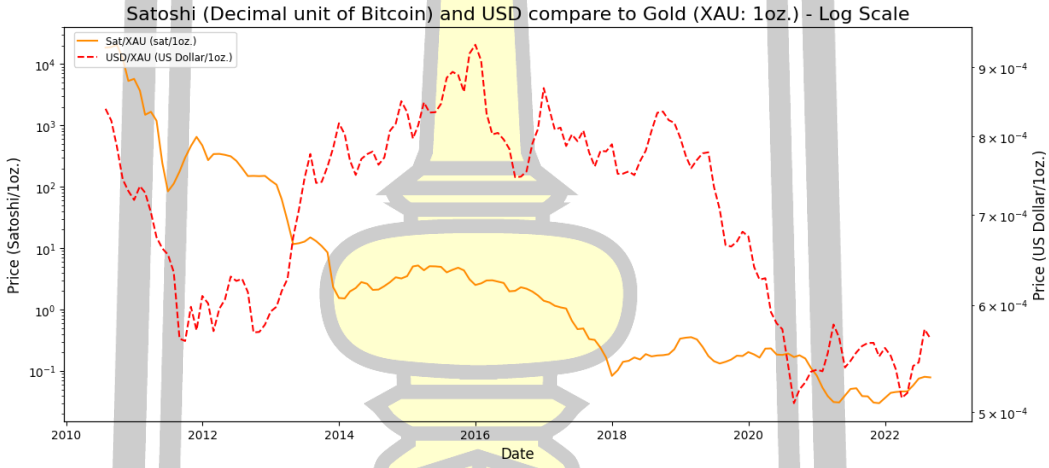
ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อราคาที่อยู่อาศัย (บ้าน) ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 - 2022



ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อค่าธรรมเนียมการศึกษา (เอกชน) ในประเทศสหรัฐฯ ช่วงปีค.ศ. 2010 – 2022



ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อค่าไฟฟ้าในประเทศไทย ปีค.ศ. 2010 - 2022



ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์และเงินเฟียต ต่อสินค้าโภคภัณฑ์ คือ ทองคำ (Oz.)

จากภาพที่ 19-27 พบว่ากำลังในการซื้อของเงินเฟียต และกำลังซื้อของบิตคอยน์ มีทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างชัดเจน โดยกราฟแสดงให้เห็นว่า 1 หน่วยของสินค้าจะใช้จำนวนเงินเฟียตที่มากขึ้นในการซื้อเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งตรงข้ามกับบิตคอยน์ที่ 1 หน่วยสินค้าจะใช้จำนวนบิตคอยน์น้อยลงในการซื้อ โดยสิ่งนี้บ่งบอกถึงว่ากำลังในการซื้อของบิตคอยน์มากกว่าเงินเฟียต

นอกจากนั้นหากสังเกตเพิ่มเติมที่ลักษณะการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะภาพที่ 23 และ ภาพที่ 27 จะพบว่าบิตคอยน์มีความผันผวนทางมูลค่าที่น้อยกว่าเงินเฟียตจากการปรับตัวลดลงอย่างคงที่ ซึ่งตรงข้ามกับเงินเฟียตที่มีการปรับตัวขึ้นลงอย่างรุนแรงในหลายช่วงเวลา ทำให้บิตคอยน์ที่นอกจากที่จะมีกำลังในการซื้อที่มากกว่า ยังเป็นหน่วยวัดทางมูลค่าที่มั่นคงกว่าเงินเฟียต

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัย การพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข มีจุดประสงค์ในการพยากรณ์มูลค่าของบิตคอยน์ในสถานะเงินออมด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข เพื่อให้ทราบถึงความปลอดภัยของบิตคอยน์เพื่อการเป็นเงินออม ที่สามารถแก้ไขปัญหาด้านข้อจำกัดของเงินที่สามารถถูกควบคุมได้ อันก่อให้เกิดผลกระทบมากมายต่อรากฐานของมนุษย์ที่ควรจะสามารถออมเงินที่มีสภาพคล่องสูงได้ หรือเรียกว่า เงินเฟ้อ โดยการวิเคราะห์บิตคอยน์ในสถานะที่เป็นทั้งซอฟแวร์และเงินในเวลาเดียวกัน จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเป็นสำคัญ ดังนั้นปัจจัยหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง แล้วจึงวิเคราะห์ปัจจัยที่สำคัญรองลงมา คือ ความสำคัญทางด้านมูลค่า

ผลสรุปการวิเคราะห์ปัจจัยหลัก (ความสำคัญทางด้านโครงสร้าง)

จากการวิจัยที่ใช้ข้อมูลสถิติจากการดำเนินระบบของบิตคอยน์ หรือ ดัชนีเสถียรภาพ พบว่าบิตคอยน์สามารถรักษาความคงที่ของ Confirmation Time (เวลาที่ใช้ในการปิดบล็อค) ได้ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ร้อยละ 2.56 ซึ่งสามารถอภิปรายเพิ่มเติมได้ว่านโยบายทางการเงินของบิตคอยน์มีความคงที่สูง ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด เนื่องจากนโยบายดังกล่าวถูกกำหนดโดย Code ซึ่งหมายถึงคณิตศาสตร์

ในลำดับต่อมา คือ แนวโน้มของค่าดัชนีเสถียรภาพที่มีการปรับตัวเพิ่มขึ้น บ่งบอกถึงความปลอดภัยของระบบที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา 10 ปีข้างหน้า ซึ่งเป็นการคาดการณ์ว่าบิตคอยน์จะมีความปลอดภัยเพิ่มมากยิ่งขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะทิศทางของดัชนีเสถียรภาพอย่าง Hash Rate (จำนวนครั้งการสุ่มตัวเลข เพื่อแข่งขันในการปิดบล็อคของ Miner) ที่เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ที่ถูกใช้งานในระบบที่มากขึ้น และโดยเฉพาะเมื่อเป็นระบบ Proof of Work อย่างบิตคอยน์ก็จะหมายถึงความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นในทุกขณะเวลาเช่นเดียวกัน

ลำดับสุดท้ายของปัจจัยหลัก คือ Node ใน Base Layer ที่สามารักษาความเป็นส่วนตัวขั้นสูงได้ ซึ่งจะทำให้ระบบยังคงดำเนินต่อไปได้ในสภาวะที่ไม่สามารถถูกควบคุมได้

อนึ่ง สิ่งที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของบิตคอยน์ คือ พลังงาน อันเนื่องมาจากระบบที่ใช้งาน Proof of Work (การใช้พลังงานในการพิสูจน์ความจริงของธุรกรรม) ซึ่งสิ่งนี้คือการเชื่อมต่อระหว่างโลกดิจิตอลเข้ากับโลกกายภาพ ที่ใช้หลักประกันเป็นพลังงานไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ที่ไม่สามารถเร่งอัตรา

การเพิ่มอุปทานได้เท่าทันความต้องการ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เงิน (โดยเฉพาะเงินดังสามารถเร่งอัตราการเพิ่มอุปทานได้ตามความต้องการ)

ดังที่ได้กล่าวในบทที่ 2 จากงานวิจัยโดย (Conti et al., 2018) ที่ได้พบว่าบิตคอยน์มีความเสี่ยงจากการโจมตีเพียงหนึ่งเดียว คือ 51% Attack ซึ่งหมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์มากกว่าร้อยละ 51 ของระบบ เพื่อเปลี่ยนแปลงความจริงของธุรกรรม ที่เป็นกฎที่ดูเหมือนจะง่าย และตรงไปตรงมาในการเปลี่ยนแปลงในเชิงทฤษฎี แต่ในเชิงปฏิบัติจะใช้ต้นทุนในการดำเนินการที่สูงมาก โดยหากจำลองการเข้าโจมตีระบบของบิตคอยน์ ณ เวลาปัจจุบัน (ปีค.ศ. 2022) ในขณะที่บิตคอยน์กำลังใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 102.8 TWh ต่อปี (ใกล้เคียงกับประเทศเนเธอแลนด์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 113.3 TWh) (Cambridge, 2022) เท่ากับว่าผู้โจมตีจำเป็นจะต้องมีแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่เพียงพอต่อการใช้ใน 1 ประเทศ โดยที่ไม่สามารถแบ่งไปใช้ในภาคส่วนอื่นได้ โดยเมื่อคำนวณเป็นต้นทุนค่าไฟฟ้าในรายชั่วโมงจะอยู่ที่ประมาณ 9 แสนดอลล่าห์สหรัฐต่อชั่วโมง (Crypto51, 2022)

โดยสมมุติหากผู้โจมตีสามารถสร้างแหล่งพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวได้เรียบร้อย ขั้นตอนต่อมา คือ พลังงานประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ โดยในเริ่มต้นการขุดบิตคอยน์สามารถใช้เพียง GPU ก็สามารถแข่งขันในการสุ่มตัวเลขได้ แต่ในปัจจุบันที่มูลค่าของบิตคอยน์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การแข่งขันสูงขึ้นตามทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการขุดมีประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น โดยในปัจจุบันอุปกรณ์ที่นิยมใช้ คือ Application-Specific Integrated Circuit หรือ ASIC โดยหากประเมินจากปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และใช้เครื่อง ASIC ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในปัจจุบันที่สามารถสุ่มตัวเลขได้ 110 เทราแฮชต่อวินาที (Trillion-hash / second) และใช้พลังงานอยู่ที่ประมาณ 3,250 W จะเท่ากับว่าต้องใช้จำนวนเครื่องอยู่ที่ประมาณ 17,779,384,615 เครื่อง หรือคิดเป็นต้นทุนในหน่วยดอลล่าห์สหรัฐจะเท่ากับ 3.7 ล้านล้านดอลล่าห์สหรัฐ ซึ่งหากผู้โจมตีพยายามติดต่อแหล่งผลิตในปัจจุบันจะพบว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีความขาดแคลนด้านอุปทาน อันเนื่องมาจากความต้องการชิพที่มหาศาลในปัจจุบันและความต้องการของผู้ขุดรายอื่นที่ต้องการเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นเดียวกัน

ต้นทุนในการดำเนินการที่กล่าวมาข้างต้นจะยังไม่รวมถึงค่าสถานที่ในการติดตั้งโรงงานผลิตไฟฟ้า และเครื่องขุดจำนวนมหาศาล โดยต้นทุนในการโจมตีระบบที่เป็นรูปแบบ Proof of Work จะเป็นต้นทุนที่มีการจ่ายตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการ โดยไม่สามารถทราบได้ว่าเมื่อใดจึงจะสามารถสร้างบล็อคที่ต้องการเปลี่ยนแปลงได้เร็วกว่ากำลังขุดจากทั้งระบบรวมกัน และหากสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย ผลตอบแทนที่ผู้โจมตีได้รับจะมีค่าเท่ากับศูนย์ อันเนื่องมาจากระบบที่ใช้งาน Time-Chain ที่สามารถกล่าวได้ว่าเป็นฐานข้อมูลที่อาศัยความไว้ใจว่าไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นหากเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงหนึ่งครั้งก็จะทำให้ Time-Chain ดังกล่าวสูญสิ้นมูลค่าทันที ซึ่งส่วนนี้ คือ หนึ่งในทฤษฎีเกมส์ที่ใช้ออกแบบบิตคอยน์ให้การเข้าร่วมอย่างถูกกฎสามารถได้รับผลประโยชน์โดยง่ายมากกว่าการเข้าร่วมระบบแบบผิดกฎอย่างไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

แม้บิตคอยน์จะเป็นระบบที่ใช้พลังงานในการดำเนินระบบมหาศาล แต่ในปัจจุบันทิศทางของพลังงานดังกล่าวเริ่มมีแนวโน้มที่เปลี่ยนไป โดยสามารถวิเคราะห์ได้จากมูลค่าในปัจจุบันที่แม้จะอยู่ช่วงขาลง แต่ Hash Rate ยังคงเพิ่มขึ้นสูงอย่างต่อเนื่องเสมอ เหตุผลที่สามารถสรุปได้โดยง่ายถึงสภาวะดังกล่าว คือ Miner บางส่วนยังคงสร้างกำไรจากการขุดได้ ซึ่งหมายถึงว่าแหล่งพลังงานที่กลุ่ม Miner ดังกล่าวใช้อาจมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้กำลังไฟฟ้าทั่วไป เช่น พลังงานหมุนเวียน ที่กำลังถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านผลกำไรที่ได้จากการขุด เพื่อทำให้พลังงานได้กล่าวสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืนโดยแท้จริงในต้นทุนที่ใกล้เคียงกับศูนย์มากที่สุด

ผลสรุปการวิเคราะห์ปัจจัยรอง (ความสำคัญทางด้านมูลค่า)

จากการวิจัยที่ใช้ข้อมูลสถิติทางด้านราคาของสินค้าย้อนหลัง ได้แก่ สินค้าอุปโภค, บริโภค และโภคภัณฑ์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบความสามารถในการรักษากำลังซื้อระหว่างบิตคอยน์ และเงินเฟียตพบว่า บิตคอยน์มีกำลังซื้อที่มากกว่าเงินเฟียต และมีความผันผวนที่น้อยกว่าเงินเฟียต ซึ่งบ่งบอกว่าบิตคอยน์เป็นเงินที่มีความมั่นคงทางด้านมูลค่ามากกว่าเงินเฟียต ในด้านความมั่นคงของราคาของบิตคอยน์มีแนวโน้มที่จะมั่นคงมากขึ้นจากอัตราส่วน Stock To Flow (S2F) ที่ลดลงอย่างต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่อุปทานมากกว่าร้อยละ 80 ของระบบถูกผลิตออกมาเป็นที่เรียบร้อย โดยค่า S2F สามารถตีความหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของความยากในการผลิต ซึ่งคืออัตราการผลิตที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับนโยบายทางการเงินที่มั่นคงจากความปลอดภัยของโครงสร้าง จะทำให้สามารถกล่าวได้ว่ามูลค่าของบิตคอยน์ต่อด้วยจะมีความคงที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ โดยปัจจัยด้านมูลค่าดังกล่าวยังไม่รวมถึงพัฒนาการที่เกิดขึ้นบนบิตคอยน์ทั้งในส่วยของประยุกต์ใช้ และการพัฒนาระบบ Lightning Network ที่เป็นตัวแปรสำคัญในการขยายตัวด้านการใช้งานของบิตคอยน์ในอนาคต

โดยสรุป บิตคอยน์เป็นเงินดิจิตอลไร้ศูนย์กลางที่มีความปลอดภัยทางด้านโครงสร้างสูง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต รวมถึงมีความสามารถในการรักษากำลังซื้อได้ดีกว่า และมีความผันผวนทางมูลค่าน้อยกว่าเงินเฟียต ดังนั้นบิตคอยน์จึงมีความเหมาะสมที่จะถูกใช้งานเป็นเงินออมที่มั่นคงเพื่ออนาคตได้เนื่องมีความปลอดภัยทั้งในด้านโครงสร้าง และมูลค่า

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

บิตตคอยน์มีความเกี่ยวข้องกับด้านพลังงานสูง (ทั้งไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวสามารถนำมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์สถานะของบิตคอยน์ในอนาคตได้ เช่น ทิศทางการเปลี่ยนรูปแบบพลังงานที่ใช้ในระบบ เป็นต้น

บรรณานุกรม

99Bitcoins. (2022). *Bitcoin Obituary*. 99 Coins International PTE. LTD. https://99bitcoins.com/bitcoin-obituaries/

Ammous, S. (2018). *The Bitcoin Standard*. Wiley.

Back, A. (2002). Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure. http://www.hashcash.org/hashcash.pdf

Bhatia, N. (2021). *Layered money : from gold and dollars to Bitcoin and Central Bank Digital Currencies*.

Cambridge. (2022). *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI)* https://ccaf.io/cbeci/index

Cantillon, R. (1755). *An Essay on Economic Theory*. https://cdn.mises.org/An%20Essay%20on%20Economic%20Theory_2.pdf

Conti, M., Kumar, E. S., Lal, C., & Ruj, S. (2018). A survey on security and privacy issues of bitcoin. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 3416-3452.

Crypto51. (2022). *PoW 51% Attack Cost*. https://www.crypto51.app/

Delgado, M. (2021). *U.S. House Prices Are Rising Exponentially Faster Than Income*. https://www.realestatewitch.com/house-price-to-income-ratio-2021/

Essaid, M., Kim, H. W., Park, W. G., Lee, K. Y., Park, S. J., & Ju, H. T. (2018). Network usage of bitcoin full node. 2018 International conference on information and communication technology convergence (ICTC),

FED. (1962). *Gold Reserves of Central Banks and Governments,* 1945-60. https://fraser.stlouisfed.org/title/supplement-banking-monetary-statistics-47/section-14-gold-18058/gold-reserves-central-banks-governments-1945-60-327161

Feller, W. (1967). An introduction to probability theory and its applications. 1, 2*nd*.

Fergusson, A. (1975). *When money dies*.

Frank, R. (2001). *Principles of Macroeconomics*.

FRED. (2022a). *Average Price* https://fred.stlouisfed.org

FRED. (2022b). *Net saving as a percentage of gross national income* https://fred.stlouisfed.org/series/W207RC1Q156SBEA

Hazlitt, H. (1978). *The Inflation Crisis, and How To Resolve It*.

IBRD. (2020). *Adjusted net savings, including particulate emission damage (% of GNI) - Thailand* https://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.SVNG.GN.ZS?locations=TH

IOWA. (2022). *The Farm Crisis of the* 1980*s*. https://www.iowapbs.org/iowapathways/mypath/2422/farm-crisis-1980s

Jumreornwong, S. (2015). From 'Thai Economic Crisis' of 1997 to 'Global Economic Crisis' of 2008: The Comparative Study of Their Differences and Impacts on Thailand in the Aspects of Economy, Business and Corporate Governance. *NIDA Development Journal*, 55, 236-266. https://doi.org/https://doi.org/10.14456/ndj.2015.12

Kachonsere, K. (2017). Financial Planning Before Retirement. 1.

Kaushal, P. K., Bagga, A., & Sobti, R. (2017). Evolution of bitcoin and security risk in bitcoin wallets. 2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics (Comptelix),

Massias, H., Avila, X. S., & Quisquater, J.-J. (1999). Design of a secure timestamping service with minimal trust requirement. the 20th Symposium on Information Theory in the Benelux,

Menger, K. (1892). On the Origin of Money. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2956146

Merkle, R. (1980). Protocols for Public Key Cryptosystems. https://doi.org/10.1109/SP.1980.10006

Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Puchaneewong, K. (2015). Realization and saving behavior for preparing aging society approach in case of population ages between 25 and 35 years old. . https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.14457/TU.the.2015.1097

Roosevelt, F. D. (1933). *Executive order* 6102. Retrieved from https://archive.org/details/pdfy-MHvlymfJYU05yELW

Sambandaraksa, P. (2022). In *BitcoinTalk* 123 : *Evolution of Money?* . https://www.youtube.com/watch?v=Hxz6T-Mk8Tg

Sutch, R. (2015). Financing the Great War A Class Tax for the Wealthy, Liberty Bonds for All. https://web.archive.org/web/20170713003646/http://behl.berkeley.edu/files/2015/09/WP2015-09_Sutch.pdf

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ณภัทร เจริญไชย
วันเกิด	8 มิถุนายน 2541
สถานที่เกิด	มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	181/29 หมู่12 ต.ท่าขอนยาง อ.กันทรวิชัย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2563 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2566 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว