ห้องสอบ **1** CEPP64-**22** 



# ข้อเสนอโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิชา 01076014 การเตรียมโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1.	ชื่อหัวข้อโครงงาน (ไทย) <sub></sub>	กระเป๋าสตางค์ฮาร์ดแวร์ส	สำหรับสกุ	ลเงินเข้ารหัส	
		Cryptocurrency Hardv	'		
3.	Keyword 3 คำ	single-board computer, crypt	tocurren	cy, hardware wallet	
4.	ประเภทโครงงาน 🗹)				
	✓ 1. HW+SW	2. SW_Dev		3. Research	
5.	รายชื่อผู้ทำโครงงาน				
	5.1. นาย	ธนพล วงศ์อาษา	รหัส	62010356	
	5.2. นาย	นนทกร จิตรชิรานันท์	รหัส	62010452	
6.	อาจารย์ที่ปรึกษา				
	6.1. อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก <sub></sub>	คร. ปริญญา เอกปริญญา	1		
	6.2. อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม				

## 1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา (Motivation)

Cryptocurrency หรือสกุลเงินเข้ารหัส เป็นสกุลเงินดิจิทัลถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ข้อมูลความเป็นเจ้าของเหรียญ Cryptocurrency จะถูกบันทึกไว้ในบัญชีแยกประเภทแบบ ดิจิทัล หรือที่เรียกว่า Digital Ledger ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่นำเอาวิทยาการเข้ารหัสลับแบบกุญแจอสมมาตร (Asymmetric Cryptography หรือ Public-key Cryptography) มาประยุกต์ใช้เพื่อรักษาความปลอดภัยของบันทึก ธุรกรรมรายละเอียดจำนวนเงินเข้าและออก ทำให้สามารถตรวจสอบยืนยันความเป็นเจ้าของเหรียญ Cryptocurrency ได้

Cryptocurrency Hardware Wallet หรือกระเป๋าสตางค์ฮาร์ดแวร์สำหรับสกุลเงินเข้ารหัส เป็นอุปกรณ์ที่ถูก ออกแบบมาเพื่อเก็บรักษาข้อมูลกุญแจที่ใช้กับ Digital Ledger อุปกรณ์ Cryptocurrency Hardware Wallet มักถูก ใช้งานในกรณีที่มีทรัพย์สินดิจิทัลในกระเป๋าสตางค์มีมูลค่าสูง อุปกรณ์ในกลุ่มนี้จึงถูกออกแบบให้ไม่สามารถเชื่อม เชื่อมต่อกับเครือข่ายใดๆ ด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัย ทำให้ความสามารถของ Cryptocurrency Hardware Wallet มีจำกัด และมักต้องใช้งานร่วมกับ smart devices อื่น ๆ

โครงงานนี้มุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนา Cryptocurrency Hardware Wallet โดยใช้ single-board computer เพื่อรองรับรูปแบบการใช้งาน Cryptocurrency ที่หลากหลาย ในขณะที่ยังคงความสามารถในการจัดเก็บ กุญแจให้มีความปลอดภัย เนื่องจากแต่เดิมนั้น Cryptocurrency Hardware Wallet ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับ รูปแบบการใช้เพื่อเซ็นรับรองธุรกรรมเช่นการโอนเงินเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันความนิยมในการใช้งาน Cryptocurrency ไม่ได้จำกัดเพียงการโอนเงิน แต่ยังครอบคลุมการใช้ distributed application และการซื้อขายงาน ศิลปะผ่าน Non-fungible Token เป็นต้น ซึ่งการเพิ่มความสามารถให้กับ Cryptocurrency Hardware Wallet จะ เป็นการลดความจำเป็นที่ต้องพึงพา smart devices

## 2. วัตถุประสงค์ (Objectives)

- 1. เพื่อศึกษาและพัฒนา hardware wallet ซึ่งสามารถลดความจำเป็นในการใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น
- 2. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบ hardware wallet ด้วย single-board computer และอุปกรณ์ต่อพ่วง ที่หาได้ตามท้องตลาด
- 3. เพื่อศึกษาเพิ่มเติมความสามารถของ hardware wallet ในการจัดการกับ NFTs

# 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Theoretical Background)

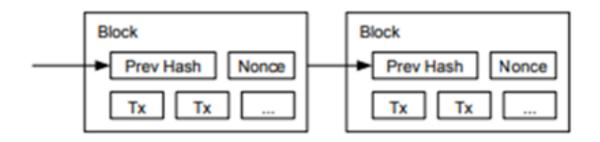
#### 3.1 Blockchain [1]

Blockchain เป็นเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะแบบกระจายศูนย์ ซึ่งอยู่ในระบบเครือข่าย
คอมพิวเตอร์ โดยที่ตัวระบบมีลักษณะไม่มีศูนย์กลางในลักษณะแบบ Peer-to-peer ระบบเครือข่ายนั้นจะมีข้อกำหนด
ที่ทำให้ แต่ละจุดในเครือข่ายเห็นข้อมูลชุดเดียวกันทั้งหมด

แนวคิดของ Blockchain นั้นได้เริ่มกล่าวถึงในปี ค.ศ. 1991 โดย Stuart Haber และ W. Scott Stornetta โดยทั้งคู่ ได้เสนอแนวทางระบบสำหรับเอกสารที่มีการบันทึกเวลา (Timestamps) เพื่อไม่ให้มีการมาดัดแปลงแก้ไข จนกระทั่งปี ค.ศ. 2008 ได้มีเอกสาร Bitcoin ปรากฏตัวขึ้นและ ต่อมาเครือข่ายของมันก็กำเนิดขึ้นในเดือนมกราคม ปี ค.ศ.2009 โดยบุคคลหรือกลุ่มคนผู้ใช้นามแฝงว่า Satoshi Nakamoto ทำให้แนวคิด Blockchain นั้นเป็นจริง Bitcoin คือสกุลเงินเหรียญดิจิตอล ที่ไม่มีสถาบันการเงินเข้ามาควบคุม และใช้ระบบ Blockchain เป็นระบบในการทำ ธุรกรรม (Transaction) โดยไม่ต้องผ่านบุคคลที่สาม

### 3.1.1. หลักการทำงาน

ลักษณะการเก็บข้อมูลของ Blockchain นั้นจะเป็นการเก็บข้อมูลธุรกรรมสัญญาทั่วไป (Transaction) ลง Block หลายๆ Block และแต่ละ Block จะมีการเชื่อมโยงกันเป็นห่วงโซ่ (Chain) ยาวเป็นสายเดียว ภายใน Block นั้นจะมีค่า Hash Block ก่อนหน้าเพื่ออ้างอิงเป็นลูกโซ่และตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่าง  $block^1$ 

หาก Block มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจะทำให้ค่า Hash ของ Block นั้นเปลี่ยนตาม ส่งผลให้ Block ที่มีการ เชื่อมต่อก่อนหน้านั้นไม่สามารถอ้างอิงถึง Block ที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ สามารถดูตัวอย่างการป้องกันการ เปลี่ยนแปลงได้ในรูปที่ 3.2, 3.3



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง block ที่มี Hash เรียงกันถูกต้อง $^2$ 

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> ที่มาภาพจาก https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> ที่มาภาพจาก https://andersbrownworth.com/blockchain/blockchain



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง block ที่การแก้ไขค่าข้อมูลในบล็อก<sup>3</sup>

เมื่อมีการแก้ไขบล็อกใดบล็อกหนึ่ง บล็อกถัดมาจะไม่สามารถอ้างอิงถึงบล็อกก่อนหน้าได้ และนำไปสู่
กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องในระบบเครือข่ายภายหลัง เนื่องจากมีการเรียง Block ไม่ตรงกับ จุดอื่นภายใน
เครือข่าย หรือหากมีความจำเป็นต้องแก้ไข Block นั้น Block ลำดับถัดไปที่มาต่อหลังจาก Block นี้ต้องแก้ไขค่า
Hash ใหม่ตามทั้งหมด การแก้ไขข้อมูลจึงเป็นเรื่องยากและทำให้มีความปลอดภัยสูงหากมี Block ต่อหลังเป็นจำนวน
มาก

## 3.1.2. ขั้นตอนการทำงาน

- 1. CREATE คือ การสร้าง Block ที่บรรจุคำสั่งขอทำรายการธุรกรรม
- 2. BROADCAST คือ ทำการกระจาย Block ใหม่นี้ให้กับทุก Node ในระบบ และบันทึกรายการ ธุรกรรมลง Ledger <sup>4</sup>ให้กับทุก Node เพื่ออัพเดตว่ามี Block ใหม่เกิดขึ้นมา
- 3. VALIDATION คือ Node อื่น ๆ ในระบบทำการยืนยันและตรวจสอบข้อมูลของ Block นั้นว่าถูกต้อง ตามเงื่อนไข Validation โดยกระบวนการทำ Consensus ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำ Validation

#### 3.1.3. องค์ประกอบ

Block คือ ชุดบรรจุข้อมูลซึ่งมี 2 ส่วนคือส่วนของสิ่งของต่าง ๆ ที่ใส่เข้าไปเรียกว่า Item และส่วนแปะหัว กล่องหรือ Header เพื่อใช้บอกให้คนอื่นทราบว่าบรรจุอะไรมา (แต่เปิดดู Item ภายในนั้นไม่ได้)

Chain คือ หลักการจดจำทุก ๆ ธุรกรรมของทุก ๆ คนในระบบและบันทึกข้อมูลพร้อมจัดทำเป็นสำเนาบัญชี Ledger แจกจ่ายให้กับทุกคนในระบบ

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> ที่มาภาพจาก https://andersbrownworth.com/blockchain/blockchain

<sup>4</sup> บันทึก หรือสมุดบันทึกการเคลื่อนใหวของบัญชี

Consensus คือ ข้อตกลงร่วมกันของแต่ละ Node ในเครือข่าย ในการกระทำต่าง ๆ

Validation คือ การตรวจสอบความถูกต้องแบบทบทวนทั้งระบบและทุก Node

### 3.2 Smart Contract [2]

Smart Contract เป็นกระบวนการทางดิจิทัล ที่มีการกำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติ ไว้ล่วงหน้าก่อน และถูก สร้างขึ้นโดนไม่อาศัยตัวกลาง การใช้งาน Smart Contract คือการใช้งานชุดคำสั่งดังกล่าวนี้ โดยคู่สัญญาจะตกลงถึง ขั้นตอนและกลไกก่อนที่จะทำธุรกรรม

แนวคิดของ Smart Contract ที่กล่าวถึงบ่อยในปัจจุบัน เกิดมาจาก Nick Szabo โดยมีการเสนอความคิดไว้ว่า ระบบคอมพิวเตอร์ และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อกลางในการทำให้เกิดข้อตกลงสัญญา อัจฉริยะ หรือ Smart Contracts ขึ้นมาได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางมาตรวจสอบว่าสัญญาเป็นได้จริงหรือไม่

ตัวอย่างการใช้งาน Smart Contract จะยกตัวอย่างการซื้อขายรถยนต์ และเป็นการทำสัญญาระหว่างสองฝ่าย อลิซ และ บ๊อบ โดยทั่วไปหากใช้งานสัญญาปกติ จำเป็นจะต้องมีตัวกลางเป็นบุคคลที่สามที่เชื่อถือได้ เพื่อยืนยัน ความถูกต้องของสัญญาก่อน ซึ่งเป็นกระบวนการซับซ้อน ใช้เวลานานและต้องเสียค่าธรรมเนียมจำนวนมาก แต่ หากใช้งาน Smart Contract อลิซ และ บ๊อบสามารถออกแบบขั้นตอนที่สัญญาจะทำ จากนั้นจึงใช้ระบบ Blockchain ในการยืนยันความถูกต้องของสัญญา

## 3.2.1. เครื่องมือที่ใช้พัฒนา [3]

### 3.2.1.1. Solidity

เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุที่มุ่งเน้นในการเขียนด้าน Smart Contract มีไวยากรณ์คล้ายกับ JavaScript, C ++ หรือ Java

#### 3.2.1.2. Etherscan

Etherscan เป็น Blockchain Explorer ⁵และแพลตฟอร์มการวิเคราะห์ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับ ธุรกรรมบล็อคเชน Ethereum ที่กำลังรอดำเนินการ หรือได้รับการยืนยัน

Etherscan เป็นเครื่องมือสำหรับค้น และตรวจสอบข้อมูลสาธารณะทั้งหมดบนบล็อกเชน Ethereum และบางครั้งเรียกว่า "Ethplorer" ข้อมูลนี้รวมถึงข้อมูลธุรกรรม ที่อยู่กระเป๋าเงิน Smart Contract และอื่นๆ อีกมากมาย

### 3.3 Tokens [4]

ร เครื่องมือสำหรับตรวจสอบข้อมูล การเคลื่อนไหวของ Blockchain

tokens คือเหรียญ cryptocurrency ที่ถูกสร้างขึ้น โดยไม่ได้มี blockchain เป็นของตัวเอง โดย สร้างอยู่บน Blockchain ของเหรียญอื่น เช่น เหรียญ UNI ถูกสร้างขึ้นบน Blockchain ของ Ethereum โดยอาจจะถูกสร้างโดย smart contract เพื่อใช้ในวัตถุประสงค์ที่เจาะจง เพื่อใช้ในระบบนิเวศน์ บางอย่าง

### 3.3.1. Ethereum Request for Comment [3]

เรียกโดยชื่อย่อว่า ERC ถือเป็นขั้นตอนในการพัฒนา Ethereum แบบหนึ่ง ซึ่งจะถูกสร้างเพื่อให้สมาชิก ผู้พัฒนา Ethereum ให้ความเห็น ทั้งทางเทคนิคและมาตรฐานก่อนที่จะมีการนำไปใช้งานจริงในเครือข่าย Ethereum



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการบัญญัติ  $ERC^6$ 

 $<sup>^6</sup>$  ที่มาภาพจาก https://articles.devsight.me/smart-contract-%E0%B8%9A%E0%B8%99-ethereum-public-blockchain-permissionless-blockchain-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-solidity-path-3-95eb4a3c9cae

#### 3.3.1.1. ERC20

เป็นมาตรฐานในการพัฒนาที่นิยมใช้ใน token รูปแบบ Fungible Token และอนุญาตให้ใช้รูปแบบ Application Programming Interface (API) ภายใน smart contract (ส่วนใหญ่ใช้ใน ICOs<sup>7</sup>)

โดยที่ Fungible Token (FT) เป็นทรัพย์สินที่มีคุณสมบัติความสามารถทดแทนกันได้ ยกตัวอย่าง เช่น ธนบัตรชนิดราคา 20 บาทที่ได้รับจากแม่ค้ากับธนบัตรชนิดราคา 20 บาทที่ได้รับจากธนาคาร สามารถใช้ ทดแทนกันได้เนื่องด้วยคุณสมบัติความสามารถทดแทนกัน

#### 3.3.1.2. ERC721

เป็นมาตรฐานในการพัฒนาที่นิยมใช้ใน token รูปแบบ Non-Fungible Token และอนุญาตให้ใช้ รูปแบบ Application Programming Interface (API) ภายใน smart contract นอกจากนั้นยังมีฟังก์ชันการถ่ายโอน และติดตาม Non-Fungible Tokens

โดยที่ Non-Fungible Token (NFT) เป็นทรัพย์สินที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันและไม่สามารถทดแทน กันได้ ยกตัวอย่างเช่น ที่ดินบ้านของครอบครัวกับที่ดินบ้านของเพื่อนไม่สามารถทดแทนกันได้ หรือ แมวของครอบครัว กับแมวของเพื่อนไม่สามารถทดแทนกันได้

### 3.4 Crypto Wallet [5]

การใช้งาน cryptocurrency จำเป็นต้องใช้ private key ซึ่งเป็นกุญแจสำหรับใช้ทำธุรกรรมบน blockchain โดยผู้ใช้จำเป็นต้องรักษาไว้ หากสูญหายจะทำให้ไม่สามารถเข้าถึงสินทรัพย์ได้ และหากมีการโจรกรรม โดยมิจฉาชีพก็ สามารถก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินในบัญชีได้

กระเป๋าเงินดิจิตอล หรือ crypto wallet จึงเป็นเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกในการเก็บ private key เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน cryptocurrency

-

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Initial Coin Offerings หรือเป็นการระคมทุน โดยใช้เหรือญ Token เพื่อเป็นหลักประกันในการระคมนั้น ๆ

#### 3.4.1. ประเภทของ Wallet

crypto wallet สามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะ ตามลักษณะการใช้งาน โดยรูปแบบที่นิยมแบ่งสามารถ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

- 1. hot wallet คือกระเป๋าที่สร้างโดยใช้ระบบดิจิทัล และเชื่อมต่อกับเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา ซึ่ง โดยทั่วไปมักจะถูกสร้างโดยใช้ software อย่างเดียว จุดเด่นของ hot wallet คือใช้งานง่าย สะดวกเหมือนระบบการเงินโดยทั่วไป สามารถเข้าถึงได้ง่าย ถ่ายโอนสินทรัพย์ รวมถึงสร้างธุรกรรมได้สะดวก แต่มีข้อเสียเนื่องจากจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับระบบ เครือข่ายอยู่ตลอดจึงมีความเสี่ยงที่อาจถูกโจมตีจากระบบเครือข่ายได้
- 2. cold wallet คือกระเป๋าเงินที่ไม่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หากผู้ใช้ต้องการทำธุรกรรม จะต้องดึงข้อมูลออกจาก cold wallet และนำข้อมูลนั้นส่งต่อไปที่อื่นเพื่อทำธุรกรรม จึงจะสามารถ ทำให้เกิดธุรกรรมขึ้นได้

cold wallet ที่ได้รับความนิยมมี 2 รูปแบบ ได้แก่ paper wallet คือการบันทึก wallet address และ private key ในกระดาษ ทั้งในรูปของการจดหรือ pattern ที่สามารถแปลงเป็น wallet address และ private key ได้ อีกรูปแบบหนึ่งคือ hardware wallet ซึ่งเป็นอุปกรณ์เก็บรหัส มักออกแบบด้วยรูปแบบบัตรหรือ thumb drive

จุดแข็งของ cold wallet คือด้านความปลอดภัย เนื่องจากการจะเข้าถึง private key นั้นต้องเข้าถึงตัว wallet โดยตรง ซึ่งลดโอกาสการโดนโจมตีทางดิจิทัลได้อย่างมาก ขณะเดียวกัน จุดด้อยของ cold wallet คือหากสูญ หาย ก็ยากที่จะเข้าถึงการใช้งานใน private key ได้

จากคุณสมบัติข้างต้นของทั้ง 2 ประเภท สามารถระบุได้ว่า hot wallet เหมาะกับผู้ใช้งาน cryptocurrency ทั่วไปหรือผู้ที่ต้องใช้งานรายวัน เก็บจำนวนเหรียญไว้ไม่สูง เพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน ขณะที่ cold wallet เหมาะกับผู้ที่ต้องการเก็บ cryptocurrency จำนวนหรือมีมูลค่ามาก เพื่อการเก็บรักษามากกว่าโอนถ่ายใช้งานเหรียญ

### 3.4.2. Hardware Wallet [6]

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Cryptocurrency wallet ประเภทหนึ่งซึ่งมีหน้าที่ในการเก็บ Private Key ของ ผู้ใช้ไว้เพื่อใช้ในการทำธุรกรรม ข้อดีของ hardware wallet คือ

- 1. พกพาได้สะดวก
- 2. มีความปลอดภัยสูง

ตัวอย่างของผู้ผลิต hardware wallet ที่วางขายในท้องตลาดได้แก่ Ledger, Trezor, SafePal เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้มีความปลอดภัยสูงและมีความสามารถแตกต่างกันไป ให้เลือกใช้ได้ตามที่ผู้ใช้ หรือสามารถสร้างด้วย ตนเองได้ โดยมีรูปแบบหนึ่งเป็นที่นิยมซึ่งสร้างโดยใช้บอร์ด Raspberry Pi เรียกว่า PiTrezor

### 3.5 Web Application

web application เป็นซอฟต์แวร์ที่รันอยู่บน web server และส่วนใหญ่สามารถเข้าถึงได้ผ่าน web browser มี การทำงานเป็นสถาปัตยกรรมแบบ client-server [7]

### 3.5.1. การพัฒนา Web Application ในปัจจุบัน

web application ส่วนใหญ่สามารถแบ่งส่วนการทำงานได้เป็น 2 ส่วนคือ front-end และ back-end โดย การพัฒนาแอปพลิเคชันในฝั่ง front-end จะเป็นส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้และส่วน back-end จะเป็นส่วนติดต่อกับ database, API, และการทำกิจกรรมอื่น ๆ เบื้องหลังเช่นการเก็บ log การเรียกใช้ทรัพยาก เป็นต้น [8]

ในปัจจุบันการพัฒนาแอปพลิเคชันทั้ง 2 ฝั่งมีการนำ framework และ library มาใช้งานเพื่อให้ผู้พัฒนา สามารถทำงานได้ง่ายขึ้น

ข้อดีของการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย framework/library คือ ซอฟต์แวร์มีเสถียรภาพมากขึ้น, ผู้พัฒนาสามารถ พัฒนาซอฟต์แวร์ได้เร็วยิ่งขึ้น, รูปแบบโค้ดมีความเป็นมาตรฐานและสม่ำเสมอ, และประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้ที่ ดีขึ้น

ข้อเสียของการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย framework/library คือ ซอฟต์แวร์อาจมีความซับซ้อนมากขึ้นโดยไม่ จำเป็น, การดัดแปลงซอฟต์แวร์เดิมให้เข้ากับ framework/library ทำได้ยาก, แนวทางพัฒนาถูกจำกัด, การเปลี่ยน version ของ framework/ library อาจทำให้เกิดบัค, และผู้พัฒนาต้องใช้เวลาในการศึกษาใช้งาน [9]

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Works)

## 4.1 Security Of Cryptocurrency Using Hardware Wallet and QR Code [15]

งานวิจัยนี้เป็นการทำ Bitcoin wallet บนระบบปฏิบัติการณ์ Android โดยมีการใช้งานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็น QR code-based application ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น hot wallet และส่วนที่เป็น cold wallet ซึ่งทำ หน้าที่เก็บรักษา private key

cold wallet จะถูกใช้งานในรูปแบบ offline เพื่อทำหน้าที่ในการ generate และเก็บ private key สำหรับ ผู้ใช้งาน

hot wallet ที่ได้ทำการพัฒนานี้มีความสามารถในการโอน Bitcoin และช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตามประวัติ การทำธุรกรรมกับ Bitcoin รวมถึงการ sign transaction ได้อีกด้วยโดยอาศัยการสแกน QR code เพื่อทำการ ระบุตัวตน ยืนยันตัวตน และตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้ เพื่อให้มีความปลอดภัย

## 4.2 Cryptocurrency Wallet: A Review [16]

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับชนิดของ wallet ที่ใช้ในการเก็บ public key และ private key สำหรับการทำ ธุรกรรมบน blockchain ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทคือ software, hardware, และ paper ซึ่ง software wallet จะอยู่ในรูปแบบ website, โทรศัพท์เคลื่อนที่, หรือบน Desktop งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาไปที่ wallet ซึ่งสามารถรองรับ cryptocurrency ได้หลายสกุลโดยทำการศึกษา คุณลักษณะในแง่จำนวนสกุล cryptocurrency ที่รองรับ, ภาวะนิรนาม, ราคา, platform ที่รองรับ, การจัดการ key, วิธีการกู้คืน wallet, และการรองรับเงินตราที่ไม่มีทุนสำรอง

### 5. ขอบเขตของโครงงาน (Scope)

- 5.1 hardware wallet สามารถเก็บ cryptocurrency สกุลที่ทำงานอยู่บน Ethereum เท่านั้น
- 5.2 hardware wallet สามารถแสดงข้อมูลของ NFTs ที่มาจาก OpenSea ได้เท่านั้น
- 5.3 NFTs ที่สามารถ trade ได้จะต้องอยู่บน OpenSea เท่านั้น
- 5.4 การโอน cryptocurrency สามารถทำได้เฉพาะกับสกุลที่ทำงานอยู่บน Ethereum เท่านั้น

### 6. การพัฒนาโครงงาน (Project Development)

## 6.1 ขั้นตอนการพัฒนา (Methodology)

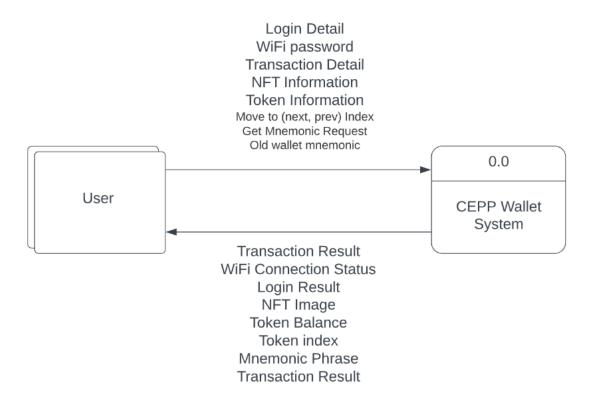
- 1. กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และเป้าหมายของโครงงาน
- 2. วางแผนการดำเนินโครงงานและแบ่งการรับผิดชอบแต่ละส่วน
- 3. สืบค้นและศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 4. พัฒนาโครงงาน
  - พัฒนา hardware wallet
  - พัฒนา application (user interface) สำหรับ hardware wallet
  - รวมส่วน hardware wallet เข้ากับ application
- 5. ทดสอบความสามารถของ hardware wallet และทำการปรับปรุงแก้ไข
- 6. นำ hardware wallet ที่ได้พัฒนาไปทดสอบกับผู้ใช้งานจริง และปรับปรุงแก้ไขตามข้อติชมที่ได้รับ
- 7. สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำเอกสาร

## 6.2 การออกแบบ (Design)

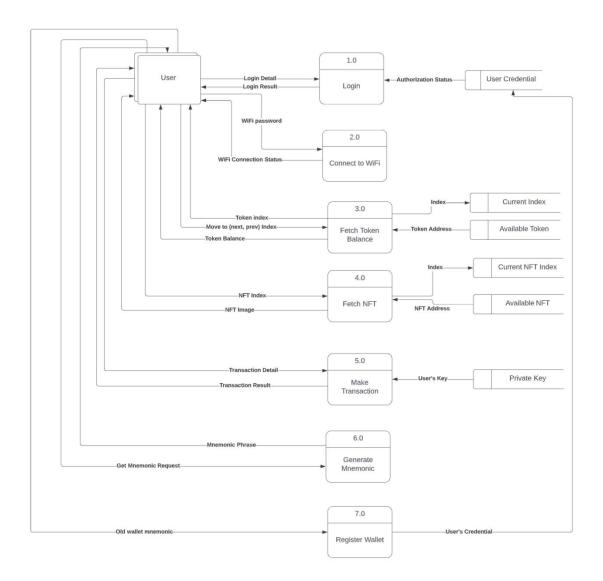
การออกแบบที่ทำมาจะเป็น Dataflow Diagram ที่แสดงถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในระบบและ ส่วนที่เป็น User Interface Design โดยเลือกใช้ Figma ในการออกแบบ

### 6.2.1. Dataflow Diagram

Dataflow Diagram นี้ใช้ในการแสดงการส่งผ่านข้อมูลระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบ hardware wallet โดยจะแบ่งความสามารถเป็นส่วนที่เป็น wallet และส่วนความสามารถเพิ่มเติมได้แก่การ ทำงานกับ NFTs, การแลกเปลี่ยนเหรียญ, และการโอนเหรียญ



รูปที่ 6.1 Context Diagram

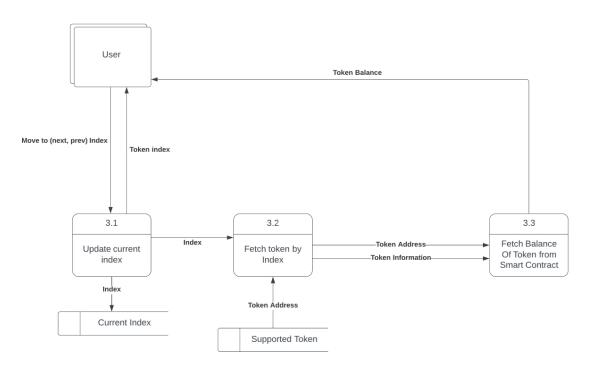


รูปที่ 6.2 Diagram 0

ใน diagram นี้ (รูปที่ 6.2) จะมอง functionality ต่าง ๆ ของตัว wallet และโปรแกรมเป็น 7 process หลัก ๆ ได้แก่

- 1. Login ซึ่งทาหน้าที่ในการเข้าถึง wallet และเริ่มใช้งานตั้งแต่การทา transaction และการเลือก แสดงผล NFT ทั้งนี้วิธีในการเข้าใช้งานอาจเป็นการใช้ PIN Code, Mnemonic Phrase, Password/Passphrase หรือวิธีอื่น ๆ ตามความเหมาะสม
- 2. Connect to WiFi เนื่องจาก wallet นี้จะสามารถทา transaction ในตัวได้ (Hot Wallet) จึงจา เป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับ internet ซึ่งในที่นี้ทางผู้จัดทาเลือกเป็นการเชื่อมต่อด้วย WiFi
- 3. Fetch token balance มีไว้ใช้สาหรับการตรวจสอบว่ามูลค่า token ที่เก็บอยู่ มีเหลืออยู่เท่าไร
- 4. Fetch NFT มีหน้าที่ในการดึงรูปภาพ NFT มาแสดงผลในอุปกรณ์
- 5. Make Transaction มีหน้าที่ในการโอน token ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้มี ไปสู่ wallet อื่น ๆ

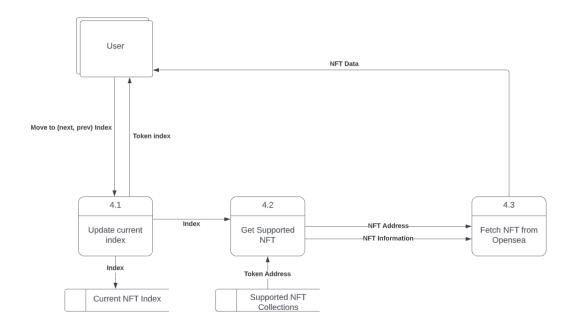
- 6. Generate Mnemonic มีหน้าที่ในการสร้าง Mnemonic Phrase เพื่อทาการรักษาความ ปลอดภัยตัว wallet โดย process นี้จะถูกทาครั้งแรกครั้งเดียวเมื่อเปิดใช้งาน wallet ใหม่เท่านั้น
- 7. Register Wallet จะใช้เมื่อผู้ใช้เคยมี wallet เดิมมาอยู่ก่อนแล้ว และต้องการนา token หรือ ข้อมูลจาก wallet เดิมมาใช้ในอุปกรณ์ชิ้นนี้ต่อ



รูปที่ 6.3 Diagram 1: Process 3.0 Fetch Token Balance

รายละเอียดเพิ่มเติมสาหรับ Process 3.0 (รูปที่ 6.3) มีดังนี้

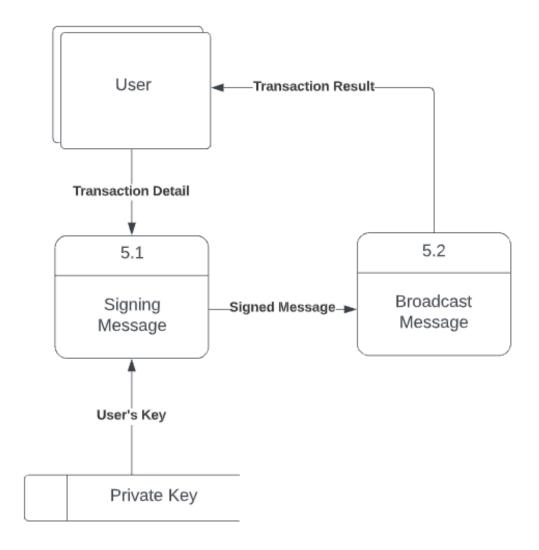
- 3.1 Update Current Index เนื่องจาก token ที่รองรับมีหลากหลายสกุลให้เลือกใช้ ผู้ใช้จึง สามารถทาการเลื่อนเปลี่ยนสกุลของ token ที่ต้องการตรวจสอบได้
- 3.2 Fetch Token by Index มีหน้าที่ในการตรวจสอบ token ที่ตัว wallet สามารถรองรับได้และ เลือกส่งต่อข้อมูลให้ process 3.3
- 3.3 Fetch balance of Token from smart contract ทาหน้าที่ในการนาข้อมูลของ token ไป ค้นหาใน smart contract และดึงค่ามาเพื่อแสดงผลบนตัว wallet



รูปที่ 6.4 Diagram 1: Process 4.0 Fetch NFT

รายละเอียดเพิ่มเติมสาหรับ Process 4.0 (รูปที่ 6.4) มีดังนี้

- 4.1 Update Current Index เนื่องจาก NFT ของผู้ใช้มีได้จานวนมาก ผู้ใช้จึงสามารถทาการเลื่อน NFT ที่ต้องการแสดงผลได้
- 4.2 Get supported NFT มีหน้าที่ในการตรวจสอบว่า NFT collection ที่ผู้ใช้มี สามารถนามา แสดงผลบนตัวอุปกรณ์ได้หรือไม่และเลือกส่งต่อข้อมูลดังกล่าวให้ process 4.3
- 4.3 Fetch NFT from OpenSea ทาหน้าที่ในการนาข้อมูล NFT ไปค้นหาบน OpenSea และนา มาแสดงผลบนตัวอุปกรณ์ (ทั้งนี้ NFT ที่ได้มาอาจมีการ resize หรือลด resolution เพื่อให้สามารถ แสดงผลบนอุปกรณ์ได้)



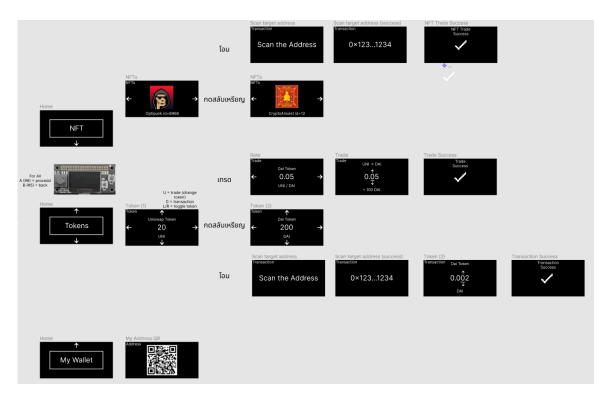
รูปที่ 6.5 Diagram 1: Process 5.0 Make Transaction

รายละเอียดเพิ่มเติมสาหรับ Process 5.0 มีดังนี้

- 5.1 Signing Message ทาการนาข้อมูลการทา transaction มา sign ด้วย private key ของผู้ใช้ และส่งต่อให้ process 5.2
- 5.2 Broadcast Message ทาการส่งข้อมูล transaction ที่ผ่านการ sign จาก process 5.1 มาแล้ว ออกสู่ blockchain

### 6.2.2. User Interface Design

สำหรับการออกแบบ User Interface ผู้จัดทำได้เลือกใช้ขนาดหน้าจอแสดงผลขนาด 128 x 64 pixels (อ้างอิงตามขนาดของ Adafruit OLED 128x64 pixels) โดยแบ่งส่วนการทำงานเป็น 3 ส่วนคือการ ทำงานกับ NFTs, การแลกเปลี่ยนและโอนเหรียญ, และ wallet address



รูปที่ 6.6 User interface design

## 6.3 แนวทางการทดสอบและการวัดประสิทธิภาพ (Test and Performance Evaluation Approaches)

- 6.3.1. ทดสอบ unit test สำหรับ application โดยใช้ Jest framework
- 6.3.2. ทดสอบอายุการใช้งาน (battery life) ว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาสามารถใช้งานได้กี่นาทีโดยทดสอบใน สถานการณ์ที่เป็น idle (stand by) และเปิดหน้าเมนูหลักไว้ตลอดเวลา โดยทดสอบอย่างละ 3 รอบ และหาค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้งานได้
- 6.3.3. ทดสอบ Usability Test โดยใช้อาสาสมัครที่มีความสนใจด้าน cryptocurrency เป็นผู้เข้าร่วม ทดสอบอุปกรณ์ที่ได้พัฒนา

# 7. แผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

	-	r	Tail Han:	State	D-,4-		BD.20
	1		Start	Mon 8/1/22	0.4	A 3 0 0 0	J F M A
2		*	Spirit 1 (เริ่มตับ Project 1)	Mon 8/1/22			
	2.1		Wallet	Mon 8/1/22			
	211		implement 8'15 generate seed	Mon 8/1/22			
5	212	*	Madatints generate seed	Mon 8/8/22	2 days	1	
6	213	*	นภ์มีพุทธพิทารพลสลาเ	Wed 8/10/22	3 days	1	
7	2.2	-	Application	Mon 8/1/22 Mon 8/1/22	10 days		
•	221	2	implement ให้สามารถการเพื่อแต่อกับ Etheroum blockshain ใต้	Mon 8/1/22	5 days		
			Edick dil bootsian G				
,	222		พลสลายการเพื่อมต่อสาม Othereum	Mon 8/8/22	2 days	1	
•	223	2/2	แก้ได้หาพื้น มลากการพลสลาม	Wed 8/10/22	3 days		
#	3	-4	Spaint 2	Mon <b>3/15/</b> 22	10 days	п	
	11	-6	Wallet	Mon 9/15/22	10 days	н	
	3.1.1 3.1.2	×2	implement 815 generate private key Wallaturra generate private key	Mon 8/15/22 Mon 8/15/22 Mon 8/22/22	odays odays	4	
5	313	- X	แล้วัญหาพื้น บลากสารพลสลาม	Wed 8/24/22	3 days		
•	3.2		Application	Mon 8/15/22	10 days	п	
v	321	2		Mon 8/15/22	5 days		
			Ethereum Test Network				
-	322		Waala11875W1 transaction 1M Bihereum	Mon 8/22/22	1day	1	
		97	Test Network				
_				T also los		_	
	3.2.3			Tue 8/23/22		Н	
2	u	-6		Mon 9/29/22	10 days	H	
22	411		integrate fi'll generate seed tals private	Mon 8/29/22 Mon 8/29/22	5days	1	
		100	key				
2	1.12 1.13	*	พลสอบการ integration แก้ให้เทาพื้น บลากการพลสอบ	Man 9/5/22 Wed 9/7/22	200/5		
8			Application	Mon 2/29/22	3 days		
*	421	<b>=</b> <b>→</b>	Application implement user interface ที่พฐาน เรียนเรียง flow การให้ภามของ user interface	Mon 8/29/22	6 days	iii	
8	4.2.2	5	เรียกเรียง flow การให้ภาษาของ user interface	Man 9/5/22	5 days	ii .	
		1	โดยให้ mockdata				
-			Sprint4	Man a fee for	10 4	н	
2	E 4	-6	Spirit4 Wallet	Mon 9/12/22 Mon 9/12/22	10 days		
38	5.1.1	-	implement grys sign transaction	Mon 9/12/22 Mon 9/12/22	4 days		
3	5.1.2	-	Westatien's sign transaction	Fri 9/16/22	2 days	u u	
2	513	<b>→</b>	แล้วีผู้หาพื้น บลากลารพลสลาม	Mon 9/19/22	3 days	1	
38	5.1.4	*	ฟา API สำหรับการ sign transaction สำหรับ	Wed 9/21/22	3 days		
			ិធំ flapplication				
38	5.2	-	Application	Mon 9/12/22	18 days	п	
	5.2.1		Generate OR code al 11951 Producti wallet	Mon 9/12/22	4 days		
			address				
	5.2.2		montanter a generate QR code	Thu 9/15/22	2 daes		
7	523	× .		Mon 9/19/22		1	
	_	24	address FTM CR code				
3	5.2.4	*		Wed 9/21/22			
	5.2.5 5.2.6	*		Thu 9/22/22			
4	5.Z.G	24	แก้ให้สูตาพีม บลากการพดสลาม Sprint 5	Thu 9/22/22 Mon 18/3/22			
42	6.1		Wallet	Mon 10/3/22	5 dars	H	
48	611	*	ที่พโครง Casing Application เพิ่มหลัสกับ wallet API ในการทำ transaction	Mon 10/3/22	5 days		
-	6.2	-	Application	Mon 10/3/22	10 days	н	
-	621	*	เพื่อมต่อสัม wallet API ในสารพ้า transaction integrate สารสมสาม wallet address เข้าสัม	Mon 10/3/22	2 days		
•	622	2	API	Mea Inkolss	3 days	•	
#	623	*	พดสลาเการทำ transaction ตัวย API และการ	Mon 10/10/22	2 days	1	
			allumi wallet address				
-	624		แก้ไดยกที่แบลากการพลสอบ	Wed 10/12/22	3 dage		
	,	-		Mon 10/17/22		н	
9	7.1	-	Wallet	Mon 10/17/22	5 days	n	
9	711		Signata Casing	Mon 10/17/22			
2	7.1.2			Thu 10/20/22	2 days	1	
	7.2 721	- 48					
25	722		Application	Mon 10/17/22 Mon 10/17/22			
95			integrate ส่วนการทำงานที่มีสลู่	Mon 10/17/22	5 days		
-	723	42	integrate สำหลาธทำงานที่มีสลู่ พลสสายสลาธ integration สำหรับสลุ่		5 days 2 days		
9	В		integrate ส่วนการทำงานที่มีสลุ่ พลสลาเพลการ integration ส่วนที่มีสลุ่ แล้วโลยาาที่แายากการพลสลาย จัดทำแลกสารโครรภาย	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22	5 days 2 days 4 days 1 mon	1	
9	B 9	sè x² x²	integrate ส่วนการทำงานที่มีสญ่ พลสภาพลหาร integration ส่วนที่มีสญ่ แก้ปัญหาที่มาจากการพลสลาม รัสทำแลการโครงภาม Spiint 7 (จั้งแล้น Project 2)	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 18 days	1	п
9	B 9 9.1		integrate สังหากรทำงานที่มีเล่น พลเสามหลาย integration ส่วนที่มีสมู่ พ.ศัยธุภาพียามาการทางพลเสาม ริสท์กาลสาทักรระบาย Spaint? (เริ่มต้น Project 2) Application	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days	1	П
9	B 9		integrate ahutt Enharmidiaaj wastanssan is integration ahutidiaaj unifugariis karnanswasta ii Santruanata ka saanii Santru (risuskii Project 2) Application implement prisuancilamatiya	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days	1	
9	B 9 9.1 9.1.1		integrate สังหากรทำงานที่มีเล่น พลเสามหลาย integration ส่วนที่มีสมู่ พ.ศัยธุภาพียามาการทางพลเสาม ริสท์กาลสาทักรระบาย Spaint? (เริ่มต้น Project 2) Application	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days	1	П
9	B 9 9.1 9.11		integrate sharir shi wanishagi wasiazumants integration ai wasiadi unifugurain use marawasia 11 Sanit zani ai kasarus Sanit zi (Salain Project 2) Application implement masuanu liimai ya czyatocumency wasiazum salainu liimai ya czyatocumency	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 5 days 2 days	1	-
9 9 9	8 9.1 9.11 9.12 9.13		integrate sharrority navidiacj weatchmarte integration sharidiacj urifilger rife 194 wertweata 11 Sprint 2 (Saint Project 2) Application implement project 2) explication implement project and the project 2 (Saint Project 2) weatchmrate and the project 2 (Saint Project 2) weatchmrate and the matter cryptocurrency weatchmrate with matter cryptocurrency weatchmrate and the matter cryptocurrency weatchmrate project project 2 (Saint Project 2) weatchmrate project 2 (Saint Project 2) wea	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Tue 1/17/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 18 days 18 days 5 days 2 days 4 days	1	-
9 9 0 0	B 9.1 9.11 9.12 9.13		integrate สำสภากท่างกที่มีเลยู่ weatanneurs integration สำหรับสีเล่ยู่ แก้ปัญหาเพียนราชการพระสสภา Sentram สำหรับระทบ Sentra (กับสินทางกระสสภา Sentra (กับสินทางกระสสภา Application implement การและการโลกหลางละ cryptocurrency weatanneursและการโลกหลางละ cryptocurrency unitiger เกียร กระทบการพอสสภา Spots 8	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Tue 1/17/23 Mon 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 5 days 2 days 4 days 10 days	1	
9 9 8 8 8	9.1.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10		integrate สำเมารถทำเหน่าได้เล่า พอสสามหลากร integration สำเหน่าไล้กู้ แก้ปัญหารี่ขามากรการพอสสาย รัดหาราสหารี่ของงาน Spaint? (ก็รับเล่น broject?) Application implement การและเหมือนและกุล แหน่งการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสลาม Spaint & Application	Mon 10/17/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Tue 1/17/23 Mon 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 2 days 4 days 10 days 10 days	1	-
9 9 8 8 8 8 8	9.11 9.11 9.12 9.13 10 10.1 10.1		integrate สำเมารถทำเหน่าได้เล่า พอสสามหลากร integration สำเหน่าไล้กู้ แก้ปัญหารี่ขามากรการพอสสาย รัดหาราสหารี่ของงาน Spaint? (ก็รับเล่น broject?) Application implement การและเหมือนและกุล แหน่งการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสามหารีตาและกุล เกรียดการพลสลาม Spaint & Application	Mon 10/11/22 Mon 10/24/22 Mon 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 2 days 4 days 10 days 10 days 2 days	1	
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10 10.1 10.1:		integrate สำสภาสาร์การ์กัสสุ weatamantre integration สำหรับสำคัญ สภัรโดยาร์การ์การการพลสัสวา สภัรโดยาร์การ์การพลสัสวา รับครับสาร์การ์การพลสัสวา Application implement การและหาโล้ยาสสกุล стуркосителсу weatamanant โล้ยาสสกุล cryptocurrency สภัรโดยาร์การพลสัสวา รับค่ายสิ	Mon 10/11/22 Mon 10/24/22 Mon 10/25/22 Mon 11/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Mon 1/12/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Won 1/23/23 Won 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 18 days 5 days 2 days 4 days 18 days 18 days 5 days 3 days 3 days	1	
9 9 9 8 8 8 8 8	9.1.1 9.1.2 9.1.3 10 10.1.1 10.1.1	\$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}	integrate ส่วนการทำงานที่มีอยู่ พอสมายและการ integration ส่วนที่มีอยู่ แก้ปฏิสูการ์ขามราชการพอสอาก Senthuani สาโตระราชการพอสอาก Senthuani สาโตระราชการพอสอาก Senthuani สาโตระราชการพอสอาก implement การและการโล่การกฤล cryptocurrency wastanun และการโล่การกฤล cryptocurrency แก้ปฏิสูการ์ขามราชการพอสอาก Senthuani Implement การกิจรักรทำงานที่มีการรับสาโตระราชการที่สาโตระที่สาโตระที่สาโตระราชการที่สาโ	Mon 10/11/22 Mon 10/24/22 Tue 10/25/22 Mon 10/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Tue 1/11/25 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 5 days 2 days 4 days 10 days 5 days 2 days 2 days 11 days 2 days 11 days 11 days	1	
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.3 9.1.3 10.1.1 10.1.1 10.1.1 11.1		integrate สำสภาสาร์การ์กลีสุ weatamantre integration สำหรับสำคัญ สภาร์กลูการ์การ์การ์การ์การ์การ์การ์การ์การ์การ์	Mon 10/11/22 Mon 10/24/22 Mon 10/24/22 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Tue 1/11/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Mon 1/23/23 Wod 2/11/23 Wod 2/11/23 Mon 2/6/23 Mon 2/6/23 Mon 2/6/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 5 days 2 days 10 days 5 days 2 days 3 days 3 days 10 days 10 days 10 days	1	
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	8 9.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10 10.1: 10.1: 11.1 11.1		integrate ส่วนการทำงานที่มีเลยู่ พอสมายและการ integration ส่วนที่มีเลยู่ แก้ปัญหารับ แระจากการพอสลาว รอกร้านสาสาร์ โดยสงาน Spater (กับเรียก) Irright 2) Application implement การและการ์เกาะสารูล стуросштенсу พลสลายการและการ์เกาะสารุล стуросштенсу แก้ปัญหารับ แระจากการพอสลาว Spater 8 Application implement การรับรากร่วมกับ NFIs พลสลายการใช้สามร้านที่วามการสงาสลาว Spater 9 Application เกรียกการการสาราสาราสาร์ เรียกรรมสาร์ Spater 9 Application	Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 13/31/22 Mon 13/31/22 Mon 1/9/23 Mon 1/16/23 Tue 1/17/23 Mon 1/24/23 Mon 1/24/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 5 days 2 days 10 days 5 days 10 days 10 days 10 days 10 days 10 days 5 days	1	ccccc-
99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99	8 9.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10.1: 10.1: 10.1: 11.1 11.1		integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถพระการ integration สามารถี่อยู่ แก้รับอุทาร์ท ประชาการพอสลา 11 Spaint 2 (พิเมร์นายายุยะ 2.2) Application implement การและหม่อีกหล่าย crystocurrency พอสมารารณะสมารอีกหล่าย เหตุย์สามารถพอสลา 11 Spaint 8 Application implement การรถิ่นการพอสลา 11 Spaint 8 Application implement การรถิ่นการพอสลา 11 Spaint 8 Application implement การรถิ่นการวัฒนัก INFIs แก้รถูกเกี่ยวการการการการ paint 9 Application implement การรถิ่นการวัฒนัก INFIs spaint 9 Application implement การรถิ่นการวัฒนัก INFIs (ต่อ) weatanners ถึงสามารถสลา INFIs (ต่อ)	Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/23 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Tue 1/17/23 Mon 1/16/23 Mon 1/23/23 Mon 1/30/23 Mon 1/30/23 Mon 1/30/23 Mon 1/30/23 Mon 1/4/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 4 days 10 days 5 days 2 days 3 days 10 days 5 days 3 days 10 days 5 days 2 days 3 days 10 days 2 days 2 days 3 da	1	
99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99 99	8 9 9.11 9.12 9.13 10 10 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11		integrate ส่วนการทำงานที่มีเลยู่ พอสมายและการ integration ส่วนที่มีเลยู่ แก้ปัญหารับ แระจากการพอสลาว รอกร้านสาสาร์ โดยสงาน Spater (กับเรียก) Irright 2) Application implement การและการ์เกาะสารูล стуросштенсу พลสลายการและการ์เกาะสารุล стуросштенсу แก้ปัญหารับ แระจากการพอสลาว Spater 8 Application implement การรับรากร่วมกับ NFIs พลสลายการใช้สามร้านที่วามการสงาสลาว Spater 9 Application เกรียกการการสาราสาราสาร์ เรียกรรมสาร์ Spater 9 Application	Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/22 Mon 10/1/23 Mon 1/1/23 Mon 1/1/23 Mon 1/1/24 Mon 1/1/24 Mon 1/24/23 Mon 1/24/2	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 2 days 10 days 10 days 2 days 3 days 10 days 10 days 2 days 3 days 10 days 10 days 3 days 3 days 10 days 11 days 5 days 3 days 11 days 12 days 3 days 11 days 12 days 13 days 16 days 18 day	1	
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.1 9.1.1 9.1.1 9.1.3 10.1 10.1: 11.1 11.1 11.1: 12.1		integrate สำสภาสาร์การ์กลีสุ weatchmarts integration สำหรับสำคัญ สาร์ก็สุดการ์ก เราากราวพลสลาว รอกร้านสาสาร์ก เราะกราวพลสลาว รอกร้านสาสาร์ก เราะกราวพลสลาว รูกสาร์ก เราะกรามสาระก็สารสกุล ดารุสถดนายกลุ พลสลาวทานและหาโด้สารสกุล ดารุสถดนายกรุ และ์ก็สุดการ์ก เราะกราวพลสลาว รูกสาร์ก เกตุและสาราร์กล่าวพลสลาว พลสลาวทานก็จราวพรรสลาว พลสลาวทานก็จราวทราวพลสลาว รุสถการ์ก เกตุและสาร์กล่าวพรรสลาว รุสถาร์ก เกตุและสาร์กล่าวพรรสลาว รุสถาร์การ์กลาวทรามพลสลาว เกตุและสาระกรร์กราวทรามพลสลาว เกตุและสาระกรร์กราวทรามพลสลาว เกตุและสาระกรร์กราวทรามพลสลาว เกตุและสาระกรร์กราวทรามพลสลาว และสาระกรร์กราวทรามพลสลาว และสาระกรร์กราวทรามพลสลาว และสาระกรร์กราวทรามพลสลาว	Mon 10/11/22 Mon 10/12/22 Mon 10/13/22 Mon 10/13/22 Mon 10/13/23 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Mon 1/23/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 2 days 10 days 5 days 2 days 3 days 10 days 5 days 2 days 3 days 10	1	
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.1 9.1.1 9.1.1 9.1.3 10.1 10.1: 10.1: 11.1 11.1: 11.1: 12.1		integrate ส่วนการทำงานที่มีอยู่ พอสมายพระการทำงานที่มีอยู่ แก้ปัญหารับ ระจายการพระสอาก รับที่มาเก็บ ระจายการพระสอาก รายที่มาเก็บ ระจายกรรยที่มาเก็บ ระจายกรรยที่มาเก็บ ระจายกรรยที่มายที่	Mon 10/11/22 Tue 10/25/22 Tue 10/25/22 Mon 10/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/15/23 Mon 1/25/23 Mon 1/25/25 Mo	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 10 days 10 days 10 days 10 days 10 days 11 days 5 days 11 days 5 days 11 days 5 days 11 days 12 days 11 days 12 days 11 days 5 days 11 days 12 days 11 days 5 days 5 days 11 days 5 days 5 days 11 days 5 days 6 days 6 days 6 days 7 days 8	1	ccccccc-
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	8 9 1 2 9 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทะมารถประการสามารถใหญ่สามารถประการสามารสามารถประการสามารถปา	Mon 10/1/12/2 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Mon 13/13/12 Mon 13/15/13 Mon	5 days 2 days 4 days 1 mon 10 days 10 days 5 days 10 days 10 days 2 days 2 days 3 days 10 days 10 days 11 days 5 days 11 days 5 days 11 days 5 days 11 days 5 days 11 days 5 days 12 days 13 days 14 days 5 days 15 days 16 days 17 days 5 days 18 day	1	ccccccc
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.12 9.13 10.1 10.1 10.1 10.1 11.1 11.1 11.1 1		integrate สำสภารทำงานที่มีเล่า พอสมายและการทำงานทางพอสลาว จะทำสุดภาพ์ขายางทางพอสลาว รับทำงานทางพอสลาว รับทำงานทางพอสลาว รับทำงานทางพอสลาว พอสลาวทางพอสลาวได้เกษสกุล стуроссителсу พอสลาวทางพอสลาวได้เกษสกุล стуроссителсу เปฏิสุดภาพ์ขายางทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวได้เกษสกุล เหมือนทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวได้เกษสกุล เพราะพางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพอสลาว รับที่สามายพอสลาวทางพางพอสลาวทางพางพอสลาวทางพอสลาวทางพอสลาวทางพางพอสลาวทางพอสล	Mon 10/11/22 Tue 10/25/22 Tue 10/25/22 Mon 10/34/22 Mon 10/34/22 Mon 11/34/3 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/9/23 Mon 1/36/23 Mon 1	5 days 2 days 2 days 1 mon 18 days 1 mon 2 days 4 days 18 days	1	C
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	8 9 1.1 9 1.1 2 9 1.3 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11		integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทางการจางสล้ว บ อาทับโดยการ์ด ประการการจางสล้ว บ รถที่มีดูสาร์ด ประการการจางสล้ว บ Sopian () (รับสินทางการจางสล้ว บ Application เกตุปการการสมาราสินทางสล้ว อาทุกของการการจางสล้ว บ พอสมายการสมารถสมาราสินทางสล้ว อาทุกของการการจางสล้ว บ Sopian () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการทรงการการการการการการการการการการการการการก	Mon 10/17/22 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Mon 13/3/72 Mon 13/4/73 Tue 13/73/73 Tue 13/73/73 Tue 13/73/73 Tue 13/73/73	5 days 2 days 2 days 1 mon 10 days 15 days 5 days 2 days 4 days 10 days	1	ccccccc
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.3 10.1 10.1 10.1 10.1 11.1 11.1 11.1		integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทางการจางสล้ว บ อาทับโดยการ์ด ประการการจางสล้ว บ รถที่มีดูสาร์ด ประการการจางสล้ว บ Sopian () (รับสินทางการจางสล้ว บ Application เกตุปการการสมาราสินทางสล้ว อาทุกของการการจางสล้ว บ พอสมายการสมารถสมาราสินทางสล้ว อาทุกของการการจางสล้ว บ Sopian () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการจางสล้ว บ Spain () Application เกตุปการการการทรงการการการการการการการการการการการการการก	Mon 10/1/1/22 Mon 10/1/27 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Mon 13/3/72 Mon 13/4/73 Mon 1/4/73 Mon 1/4/73 Mon 1/4/73 Mon 1/4/73 Mon 1/4/73 Mon 1/3/8/73 Mon 1/3/8/73 Mon 1/4/73 Mon 1/4/	5 days 2 days 4 days 1 mon 18 days 5 days 5 days 2 days 4 days 18 days 18 days 3 days 3 days 18 days 5 days 6 days 7 days 7 days 7 days 7 days 7 days 8 days	1	cccccc
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.3 9.1.3 10.1.1 10.1.1 10.1.1 11.1.1 11.1.1 12.1 12	かかか 1 2 2 かか 1 2 2 かか 2 2 2 2 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	integrate สำสภาสาร์างาสาร์เล่อยู่ พอสมาสาระการราชเล่อย่าง สำหังเล่อย่ สาร์ให้สุดาร์าง เราะกรราชเล่อย่าง สาร์ให้สุดาร์าง เราะกรราชเล่อย่าง รับค่าง (รับค่อย่าง Project 2) Application implement การและหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เหตุปละสาระกรสหาได้เกรดำคว เพลุยาสะสาระกรสหาได้เกรดำคว	Mon 10/1/1/22 Tive 10/15/12 Tive 10/15/12 Tive 10/15/12 Tive 10/15/12 Mon 1/16/13 Tive 1/16/	5 days 2 days 2 days 1 mon 10 days 5 days 2 days 10 days 11 days	1	C
	9.1.2 9.1.3 10 10.1 10.1 10.1 11.1 11.1 11.1 12.1 12	**************************************	integrate สามารถท่าง พท่านักสุ่ พละนำแหนารถ เกิดสุรแก้ง สามารถใส่สุด แก้รับสุดการ์ก ระทางการพละโล 11 Spaint 2 (พิเมร์น) Project 2) Application เกษุ Innement การและหม่อีกหล่ายล ดารูส่อดมาการและหม่อีกหล่ายล ดารูสอดมาการพละโล พละนำแหารถและหม่อีกหล่ายสามารถพละโล Inglement การให้การวันสร้าน MFTs ผละนำแหารถึงการกันสร้านท่านที่ MFTs แก้รับสุดการ์ก ระทางการพละโล 11 Spaint 2 Application เกษุ Innement การให้การวันสร้าน MFTs (ต่อ) พละนำแหารถึงการกันสร้านท่านที่ MFTs (ต่อ) พละนำแหารถึงการกันสร้านท่านที่ MFTs (ต่อ) พละนำแหารถึงการกันสร้านที่ MFTs (ต่อ) มารถใหญ่การกับการพละโล 11 Spaint 28 Application เกษอบรถเล่า เกษารถให้การพละโล 11 Spaint 21 Application เกษอบรถเล่า เกษารถให้การพละโล 11 Spaint 21 Basting Bastony life test สาร์กลาการพละโลวา battery life test สาร์กลาการพละโลวา battery life test สาร์กลาการพละโลวา battery life test	Mon 10/17/22 Tue 10/17/27 Tue 10/17/27 Tue 10/17/27 Tue 10/17/27 Mon 1/19/23 Mon 1/19/23 Mon 1/19/23 Mon 1/19/23 Mon 1/19/23 Mon 1/29/23	5 days 2 days 4 days 1 mon 5 days 1 li days 5 days 2 days 4 days 1 li days 5 days 1 li days 5 days 1 days 1 days 1 li days 1 days 1 li days 2 days 3 days 2 days 2 days 3 days 2 days 3 days 4 days 4 days 4 days 5 days 6 days 7 days 8	1	C
	9.1.2 9.1.3 10 10.1 10.1 10.1 11.1 11.1 11.1 12.1 12	かかか マーマン・カーマーマン・カーマーマン・カーマーマン・カーマーマン・カーマーマン・カーマータン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファン・ファ	integrate สำสภาสาร์างาสาร์ไลล์ พอสมายมายาร integration สำราจัดเล้อ สาร์ได้สาร์างี้ เราการาจพลสลาม รือท่านลาสาร์ โด รองาน รูปสาร์ (รู้เริ่มสิมา Project 2) Application เกตุปอกคลา การและหาโด้สารสารุล cryptocurrency พอสมายารและหาโด้สารสารสาร์ เกรีย Application เกตุปอกคลา การร้างวาจพลสลาม Spaint 8 Application เกตุปอกคลา การร้างวาจพลสลาม Spaint 8 Application เกตุปอกคลา การร้างวาจพลสลาม Spaint 9 Application เกตุปอกคลา การร้างวาจพลสลาม Spaint 18 Application เกตุปอกคลา การร้างวาจพลสลาม Spaint 18 ผลสมายารที่จะมาจากราจพลสลาม Spaint 11 Besting battery life test แต่ปลุกมายารที่จะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากราจพลสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากของสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากของสลาม มุลให้สุดาที่ขะมาจากของสลาม แต่ปลุดที่รับ test	Mon 10/1/1/22 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Mon 13/13/12 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Mon	5 days 2 days 4 days 1 mon 18 days 5 days 18 days 18 days 18 days 2 days 2 days 3 days 2 days 18 days 2 days 18 days 2 days 18 days 2 days 3 days 2 days 3 days 3 days 3 days 4 days 4 days 6 days 7 days 8 day	1	C
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9.1.2 9.1.3 10.1 10.1 10.1 10.1 11.1 11.1 11.1	**************************************	integrate สำหารทำงานที่เล่าผู้ พอสมารทรงานราชางสต่อง แก้รับสาราชางราชางสต่อง แก้รับสาราชางราชางสต่อง Sprint 2 (รับสต่า Preject 2) Application implement การและหาโด้การต่าง พอสมาราชางสต่อง พอสมาราชางสต่อง พอสมาราชางสต่อง หารที่สาราชางสต่อง Sprint 2 (รับสต่า Preject 2) Application implement การที่สำหารที่สาราชางสต่อง Sprint 3 Application implement การที่สำหารที่สาราชางสต่อง Application implement การที่สำหารที่สาราชางสต่อง Sprint 3 Application integrate สำหารทำงานที่ส่วนหลัว Weatherston integrate สำหารทำงานที่ส่วนหลัว	Mon 10/17/22 Tue 10/25/12 Tue 10/25/12 Tue 10/25/12 Won 10/31/12 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Mon 1/16/23 Tue 1/17/25 Mon 1/26/23 M	5 days 2 days 4 days 1 mon 1 mon 1 mon 2 days 4 days 1 mon 2 days 4 days 1 mon 3 days 5 days 5 days 1 mon 1	1	C
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	8 9 1.1 9.1.2 9.1.3 10 11 11.1 11.1 11.1 12.1 12.1 12.1 13.1 13	かかかり ・ かか	integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทะงาร integration สำหรับอยู่ แก้รับอุทราทีย ระการทางพอสลาวา รอกท่าย ระการทางพอสลาวา รอกท่าย ระการทางพอสลาวา รอกท่าย ระการทางพอสลาวา พอสลาวทางพอสลาวารพอสลาวา รอกท่าย ระการทางพอสลาวารทางพอสลาวารพอสลา	Mon 10/1/1/22 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Mon 13/13/12 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/13/13 Mon	5 days 2 days 4 days 1 man 1 m days 2 days 4 days 2 days 4 days 1 m days 1	1	C
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	8 9 1.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10.1.1 10.1.1 11.1 11.1 11.1 12.1 12.1	**************************************	integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทางการจัดสลัง แก้รับอุทางการจัดสลัง เกาะรับอุทางการจัดสลัง เกาะรับอุทางการจัดสลิจ เกาะรับอุทางการจ	Mon 10/1/122 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Mon 13/3/12 Mon 13/4/2 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/3/3	5 days 2 days 4 days 1 mon 1 mon 1 mon 2 days 1 mon 2 days 4 days 1 mon 2 days 4 days 1 mon 2 days 1 mon 3 days 1 mon 4 days 1 mon 4 days 1 mon 5 days 1 mon 5 days 6 days	1	C
S	8 9 1.1 9.1.1 9.1.2 9.1.3 10.1.1 10.1.1 11.1 11.1 12.1 12.1 12.1	かかかか	integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทางการจัดสลัง แก้รับอุทางการจัดสลัง เกาะรับอุทางการจัดสลัง เกาะรับอุทางการจัดสลิจ เกาะรับอุทางการจ	Mon 10/1/122 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Tue 10/75/12 Mon 13/3/12 Mon 13/4/2 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/4/3 Mon 13/3/3	5 days 2 days 4 days 1 mon 1 mon 1 mon 2 days 1 mon 2 days 4 days 1 mon 2 days 4 days 1 mon 2 days 1 mon 3 days 1 mon 4 days 1 mon 4 days 1 mon 5 days 1 mon 5 days 6 days	1	C
S	8 9 1.1 1 9.1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	 	integrate สำสภากท่านายที่เล่อยู่ พอสมากและการ integration สำหรับสำคัญ แท้ที่ปฏิหารที่แกรงางเกรื่อง สำหรับสำคัญ แท้ที่ปฏิหารที่แกรงางเกรียบ เกรียบ Spaint 2 (จับเล่นปากรุ่ยงt.2) Application implement การและหน่อีกหล่าย เหตุปิกตายการพอสลาม Spaint 8 Application implement การให้การทับสภาม INFIS wastanum ให้การทับสภาม INFIS wastanum ให้การทับสภาม INFIS wastanum ให้การทับสภาม INFIS wastanum ให้การทับสภาม INFIS spaint 8 Application implement การให้การทับสภาม INFIS (ต่อ) wastanum ให้การทับสภาม INFIS (ต่อ) wastanum ให้การที่การทางพอสลาม Spaint 18 Institut integrate สำหนา INFIS spaint INFIS paint INFIS paint INFIS paint INFIS spaint INFIS	Mon 10/1/1/22 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Tue 10/75/72 Mon 1/3/3	Schape Adaps I man I il days Schape I il days	1	C
S	8 9 1.1 1 9.1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	 	integrate สามารถทำมายที่มีอยู่ พอสมารถทางการจางสล้า 11 รักทำมายากการจางสล้า 11 รักทำมายากกล้า 1	Mon 10/1/1/22 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Tue 10/15/12 Mon 13/13/12 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/15/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Wed 23/15/13 Mon 13/13/13 Mon	Schape Adaps I man I il days Schape I il days	1	C

รูปที่ 7.1 Gantt chart

## 8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits)

- 1. ผู้จัดทำได้รับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบล็อกเชนและการจัดเก็บกุญแจด้วยกระเป๋าสตางค์ฮาร์ดแวร์
- 2. ผู้จัดทำได้รับความรู้พื้นฐานในพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อทำงานบน single-board computer
- 3. แนวทางการพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับ cryptocurrency hardware wallet
- 4. ผู้ใช้ wallet มีช่องทางเพิ่มเติมในการแสดงความเป็นเจ้าของ NFTs และสามารถแลกเปลี่ยน NFTs ได้สะดวกมากขึ้น

### 9. ผลการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนา

#### 9.1 React

React เป็น front-end JavaScript library สำหรับการทำ website ที่เป็น single-page application นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานได้ฟรีและเป็น open source โดยมีจุดเด่นที่การมองส่วนประกอบของ user interface เป็น component [10]

จุดเด่นของ React คือการโค้ดดิ้งที่เน้นเขียนให้โปรแกรม "ทำอะไร" เป็นหลัก การใช้งานส่วนต่าง ๆ เป็น component ที่เป็นอิสระต่อกัน และข้อจำกัดในการเลือกใช้ tech stack ที่น้อย [11]

การพัฒนา front-end ด้วย React ซึ่งในปัจจุบันมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงมีการพัฒนาเป็น package ขึ้นมา เพื่อให้พัฒนาได้ง่ายขึ้น สำหรับ package ที่นิยมใช้งานกันเช่น

- 1. React Router เป็น package สำหรับทำการ routing ทั้งฝั่ง client-side และ server-side [12]
- 2. Redux เป็น state management package สำหรับแอปพลิเคชัน JavaScript ในปัจจุบันแนะนำให้ใช้ งาน Redux Toolkit ซึ่งเป็น library เสริมที่พัฒนาโดยใช้ Redux เป็นแกนหลัก และสำหรับการใช้งาน กับ React แนะนำให้ใช้ package React Redux ควบคู่กันด้วย [13]
- 3. Tailwind CSS เป็น utility-first CSS framework ที่ช่วยให้สามารถตกแต่ง UI โดยอาศัยการเรียกใช้ งาน utility class ต่าง ๆ ที่ตัว package มีมาไว้ให้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการปรับแต่งหรือเพิ่มเติม class ได้ตามความต้องการอีกด้วย [14]

#### 9.2 Tailwind CSS

เป็น utility-first CSS framework ซึ่งเน้นไปที่การเขียน CSS ผ่านการเลือกใช้ class ในไฟล์ HTML แทน การเขียนแยกไปอีกไฟล์ นอกจากนี้ยังสามารถปรับแต่งค่าตั้งต้นต่าง ๆ ให้เปลี่ยนไปตามความต้องการของผู้พัฒนา ด้วยก็ได้จึงเหมาะกับการพัฒนาที่ต้องใช้ความรวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้ความสามารถในการลบ CSS class ที่ไม่ได้ใช้งานออกจาก production build (purging) ยังทำให้ไฟล์ CSS มีขนาดเล็กลงอีกด้วย

#### 9.3 Docker

เป็น Container Tool ที่ช่วยในงานแยก Process การทำงานของ Applications หลาย ๆ ส่วนให้ทำงานไม่ ทับซ้อนกัน Docker จะช่วยให้การทำงานแต่ละ Module ไม่ทับซ้อนกัน และไม่เข้ามาสร้างผลกระทบต่อถึงกันได้

### 9.4 Python

เป็นภาษาที่มีความเป็นที่นิยมสูง เป็นภาษาที่มีโครงสร้างคำสั่งที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย อีกทั้งยังมีชุดคำสั่ง สำเร็จรูป (Library) ให้เลือกใช้งานมากมาย เช่น ติดต่อฐานข้อมูลต่าง ๆ , ระบบเครือข่าย ทำให้เขียนโปรแกรม ใหม่ได้รวดเร็วมากขึ้น

### 10. เอกสารอ้างอิง (Reference)

- [1] "Why is Blockchain Important and Why Does it Matters [2022 Edition],"

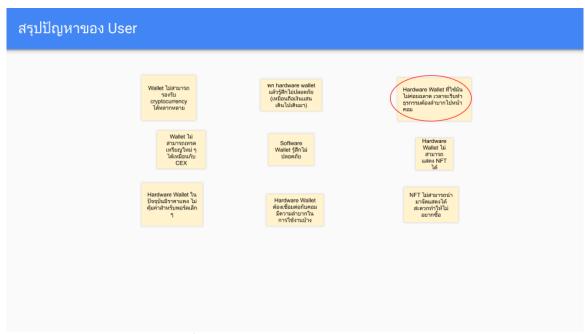
  Simplilearn.com.https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/why-is-blockchain-important (accessed May 05, 2022).
- [2] N. Szabo, "Formalizing and Securing Relationships on Public Networks" First Monday. https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/download/548/469 (accessed May 17, 2022).
- [3] P. Nakarin, "Smart Contract บน Ethereum Public Blockchain/Permissionless Blockchain ด้วย Solidity Path 3...," Medium, Dec. 31, 2020. https://articles.devsight.me/smart-contract-%E0%B8%9A%E0%B8%99-ethereum-public-blockchain-permissionless-blockchain-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-solidity-path-3-95eb4a3c9cae (accessed May 05, 2022).
- [4] "Coin และ Token แตกต่างกันอย่างไร?" https://zipmex.com/th/learn/difference-between-cointoken/ (accessed May 05, 2022).
- [5] "มารู้จัก Crypto Wallet เมื่อ Cryptocurrency ก็ต้องใช้กระเป๋าเงิน." https://www.scb10x.com/blog/getto-know-cryptowallet (accessed May 05, 2022).
- [6] W. Suknantee, "Hardware Wallet คือจะไร?," Bitkub.com, Dec. 14, 2020. https://medium.com/bitkub/hardware-wallet-acf1868a9558 (accessed May 05, 2022).
- [7] "Web application," Wikipedia. Apr. 27, 2022. Accessed: May 05, 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Web application&oldid=1084972116
- [8] "Web App Development in 2022: Everything You Need to Know." https://trio.dev/blog/web-app-development (accessed May 05, 2022).
- [9] "Pros and Cons of Using a Front-End Library (Or Framework)." https://bluemodus.com/articles/pros-and-cons-of-using-a-front-end-library-or-framework (accessed May 05, 2022).

- [10] "React (JavaScript library)," Wikipedia. May 02, 2022. Accessed: May 05, 2022. [Online]. Available:
  - https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=React\_(JavaScript\_library)&oldid=1085724690
- [11] "React A JavaScript library for building user interfaces." https://reactjs.org/ (accessed May 05, 2022).
- [12] "React Router | Tutorial." https://reactrouter.com/docs/en/v6/getting-started/tutorial (accessed May 05, 2022).
- [13] "Getting Started with Redux | Redux." https://redux.js.org/introduction/getting-started (accessed May 05, 2022).
- [14] "Tailwind CSS Rapidly build modern websites without ever leaving your HTML." https://tailwindcss.com/ (accessed May 05, 2022).
- [15] A. G. Khan, A. H. Zahid, M. Hussain, and U. Riaz, "Security Of Cryptocurrency Using Hardware Wallet And QR Code," in 2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC), Lahore, Pakistan, Nov. 2019, pp. 1–10. doi: 10.1109/ICIC48496.2019.8966739.
- [16] S. Suratkar, M. Shirole, and S. Bhirud, "Cryptocurrency Wallet: A Review," in 2020 4th International Conference on Computer, Communication and Signal Processing (ICCCSP), Chennai, India, Sep. 2020, pp. 1–7. doi: 10.1109/ICCCSP49186.2020.9315193.

ภาคผนวก

#### ภาคผนวก

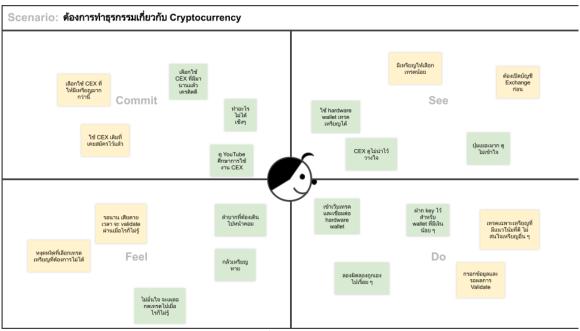
#### 1. UX Process



รูปที่ 1 การสรุปปัญหาของ User จากการสัมภาษณ์

จากการทำ User Interview จะสรุปปัญหาของผู้ใช้ได้ดังรูปที่ 1 ข้างต้น กลุ่มผู้จัดทำเลือกปัญหาข้อ ที่ 3 คือ Hardware Wallet ที่ใช้มักจะไม่ฉลาด และเมื่อรีบทำธุรกรรมจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เสมอ เหตุผลที่ เลือกเนื่องมาจากว่าเป็นปัญหาที่ Hardware Wallet ส่วนใหญ่เลือกไม่แก้ อาจด้วยเพราะไม่ต้องการ Compromise ความปลอดภัยของอุปกรณ์

ทางผู้จัดทำจึงเห็นชัดเจนขึ้นว่าสามารถสร้าง Hardware Wallet ที่ฉลาดมากขึ้น สามารถทำ Transaction ได้หลายอย่างมากขึ้นในตัวมันเอง ทั้งนี้อาจจะถูกลดทอนเรื่องความปลอดภัยไปบ้าง แต่จะทำ ให้ Surface of attack แคบลง เพราะไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นเหมือน Hardware Wallet และ Software Wallet ที่มีอยู่ก่อน



รูปที่ 2 Empathy Map

ผู้จัดทำได้นำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็น Scenario เพื่อจำลองสถาณการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ User ต้องการจะทำ ธุรกรรมเกี่ยวกับ Cryptocurrency และทำเป็น Empathy Map ตามรูปที่ 2



รูปที่ 3 Persona

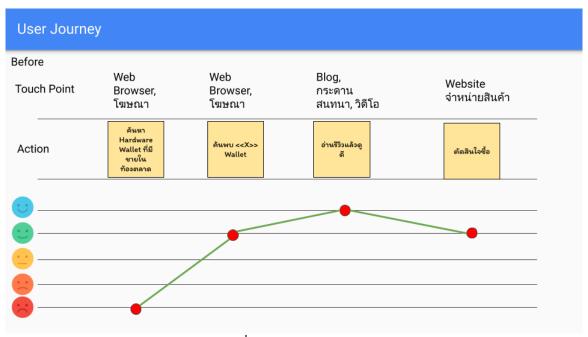
จาก User Interview ที่ทำมา สามารถนำมารวมเป็น Persona ได้ดังรูปที่ 3 โดยเป็น Personality กลาง ๆ ระหว่างนักลงทุนที่พร้อมรับความเสี่ยงจากราคาที่ผันผวนในระยะสั้นได้ แต่มีความระมัดระวังในเรื่องทางเทคนิค เช่น การขโมย Private Key เป็นต้น



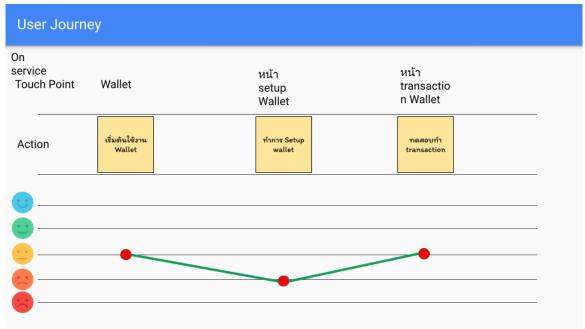
รูปที่ 4 Long Term Goal

เหตุผลที่เลือก Long Term Goal "ในเวลา 3 ปี... ผู้คนจะมองว่าสินทรัพย์ดิจิทัลเข้าถึงได้ง่าย" เพราะว่าใน ปัจจุบันจะเห็นว่าผู้ที่ให้การสัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่มีความสนใจในตัว NFTs หรือแม้มีความสนใจก็ไม่ได้อยากมีใน ครอบครองเนื่องจากข้อจำกัดด้านการจัดแสดงผลงาน NFTs ต่าง ๆ ผู้จัดทำจึงมีความคิดเห็นว่าการที่จะทำให้ผู้คนมี ความสนใจ NFTs ได้มากขึ้นอย่างหนึ่งคือการทำให้สามารถจัดแสดง NFTs ได้สะดวกมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ทั้งหมด จึงสามารถนำมาจัดทำเป็น User Journey ตั้งแต่การค้นพบอุปกรณ์ไปจนถึง การใช้งานได้ดังนี้



รูปที่ 5 User Journey: การค้นพบ



รูปที่ 6 User Journey: การใช้งาน



รูปที่ 7 User Journey: หลังการใช้งานและบอกต่อ