# BLOCKCHAIN for GOVERNMENT SERVICES

## การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับภาครัฐ

เวอร์ชัน 1.0 (มกราคม พ.ศ. 2562)

สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) (สพร.)
Digital Government Development Agency (Public Organization) (DGA)

# BLOCKCHAIN for GOVERNMENT SERVICES

## การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับภาครัฐ

เวอร์ชัน 1.0 (มกราคม พ.ศ. 2562)


บรรณาธิการบริหาร : ดร.ศักดิ์ เสกขุนทด

บรรณาธิการ : นายวิบูลย์ ภัทรพิบูล
นายพิสิษฐ์ ปิยพสุนทรา

คณะผู้จัดทำ : ดร.มณฑา ชยากรวิกรม
นายเกียรติศักดิ์ วงศ์ประเสริฐ
นายสมมนัส เกตุผ่อง
นายชฎิล อินทระนก
นายสถาพน พัฒนะคูหา

ฝ่ายศิลป์ และครีเอทีฟ : นายสุวินันท์ ฤกษ์สง่า
นายธามัน ศิริกุล
นางสาววริยา สรรคชา
นายวิรุฬห์ ดาราภัย

จัดทำโดย : สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน)

พิมพ์ครั้งที่ 1 : พ.ศ. 2562

จำนวน : 700 เล่ม



สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) (สพร.)

Digital Government Development Agency (Public Organization) (DGA)

อาคารบางกอกไทยทาวเวอร์ 108 ถนนรางน้ำ
แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : (+66) 0 2612 6000
โทรสาร : (+66) 0 2612 6011 , (+66) 0 2612 6012
Contact Center : (+66) 0 2612 6060
อีเมล : contact@dga.or.th

DGA
Digital Government Development Agency

# คำนำ

เทคโนโลยี Blockchain เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโลกในยุคดิจิทัล ซึ่งได้รับความสนใจและทำการศึกษากันอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากเทคโนโลยี Blockchain จะเข้ามาปฏิวัติโลกธุรกิจ และแวดวงการเงินการธนาคารแล้ว ยังมีบทบาทในการยกระดับการบริหารงานภาครัฐเพื่อเข้าสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล (Digital Government) รวมถึงการเปลี่ยนวิถีชีวิตของประชาชนไปสู่ความสะดวกสบายมากขึ้นเช่นเดียวกับอิทธิพลของโลกออนไลน์ในขณะนี้ ดังนั้นนักวางแผน นักกลยุทธ์ ตลอดจนผู้กำหนดนโยบายภาครัฐ จึงควรตระหนักถึงอิทธิพล และผลกระทบของเทคโนโลยี Blockchain ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ เพื่อเตรียมความพร้อมต่อโอกาสและความท้าทายในอนาคตที่จะทำให้ประเทศไทยมีความได้เปรียบ เมื่อเทคโนโลยี Blockchain ถูกนำมาใช้งานอย่างเต็มรูปแบบ

สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) สพร. หรือ DGA มีภารกิจหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนรัฐบาลดิจิทัล โดยเฉพาะด้านการส่งเสริมและสนับสนุนการบูรณาการและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานของรัฐ การเปิดเผยข้อมูลภาครัฐผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล และเป็นศูนย์กลางการแลกเปลี่ยนทะเบียนข้อมูลดิจิทัลภาครัฐเพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชาชนและการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ ดังนั้น Blockchain จึงเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลที่สำคัญเหมาะสมในการนำมาใช้ในงานบริการภาครัฐ ในด้านการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ เนื่องจากมีคุณลักษณะที่มีความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล (Data Integrity) ความโปร่งใสในการเข้าถึงข้อมูล (Data Transparency) และมีความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่องของระบบ (Availability) สามารถมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชน มีสิทธิเป็นเจ้าของข้อมูลของตนเองอย่างแท้จริง รวมไปถึงโอกาสในการเข้าถึงข้อมูลภาครัฐต่าง ๆ ง่ายขึ้น ซึ่ง สพร. ได้มีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาพัฒนาเพื่อให้บริการแก่ภาครัฐและประชาชนในอนาคตอันใกล้นี้

และเพื่อส่งเสริมให้ทุกภาคส่วน “รู้ รับ ปรับใช้” เทคโนโลยีใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง สพร. จึงได้จัดทำหนังสือ การใช้งานเทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐ (Blockchain for Government Services) ฉบับภาษาไทยขึ้น เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain รวมถึงบทวิเคราะห์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain โดยเนื้อหาในหนังสือแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ดังต่อไปนี้

- การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain
- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ กรณีศึกษาต่างประเทศ
- แนวคิดและหลักการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐ ภายใต้บริบทของประเทศไทย

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะทั้งภาคเอกชน และประชาชนที่สนใจ รวมถึงหน่วยงานภาครัฐสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับคุณภาพบริการให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย ถูกใจประชาชนมากยิ่งขึ้น สำหรับหนังสือฉบับนี้ สพร. ได้จัดทำเป็น e-Magazine แจกฟรี สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ www.dga.or.th

คณะผู้จัดทำ

# สารบัญ


คำนำ 02

อภิธานศัพท์ 13

บทที่ 1

บทนำ 18

เทคโนโลยี Blockchain 19

หลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain 22

องค์ประกอบของเทคโนโลยี Blockchain 25

ประเภทของ Blockchain 37

คุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญของเทคโนโลยี Blockchain 45

- ความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล (Data Integrity) 45
- ความโปร่งใสในการเข้าถึงข้อมูล (Data Transparency) 45
- ความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่องของระบบ (Availability) 46

เกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี Blockchain 47

รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain 48

- เงินดิจิทัล (Cryptocurrency) 51
- บริการพิสูจน์ทราบ (Proof of Services) 51
- สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) 53
- ระบบ/บริการอัตโนมัติ (Decentralized Autonomous Systems/ Services) 58

บทที่ 2

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ กรณีศึกษาต่างประเทศ 60

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ กรณีศึกษาต่างประเทศ 61

ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการภาครัฐ 70

ข้อจำกัดของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่องานบริการภาครัฐ 74
รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ 80
- การพิสูจน์ตัวตน (Identity Management) 82
- การบริหารจัดการการจัดเก็บข้อมูล (Data Record Management) 86
- การติดตามธุรกรรม (Transaction Traceability) 93

ปัจจัยความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ 98
- การจัดตั้งคณะทำงานแห่งชาติ (The National Blockchain Council) 99
- การสร้างระบบนิเวศของเทคโนโลยี Blockchain (Blockchain Ecosystem) 103
- การสร้างการกำกับดูแลการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain (Blockchain Governance) 103
- การกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain 105
- การพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยี Blockchain 109

**บทที่ 3**

**แนวคิดและหลักการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐ ภายใต้บริบทของประเทศไทย** 113

หลักการและเหตุผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐไทย 114

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อการบูรณาการบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ 130

กรณีศึกษาการจัดทำระบบต้นแบบ e-Referral โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain 144

**เอกสารแนบท้าย 1** 168

# สารบัญภาพ


รูปภาพที่ 1
ระบบแบบ Centralised, Decentralised และ Distributed
19

รูปภาพที่ 2
การเชื่อมโยงข้อมูลของเทคโนโลยี Blockchain
20

รูปภาพที่ 3
หลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain
23

รูปภาพที่ 4
องค์ประกอบของเทคโนโลยี Blockchain
25

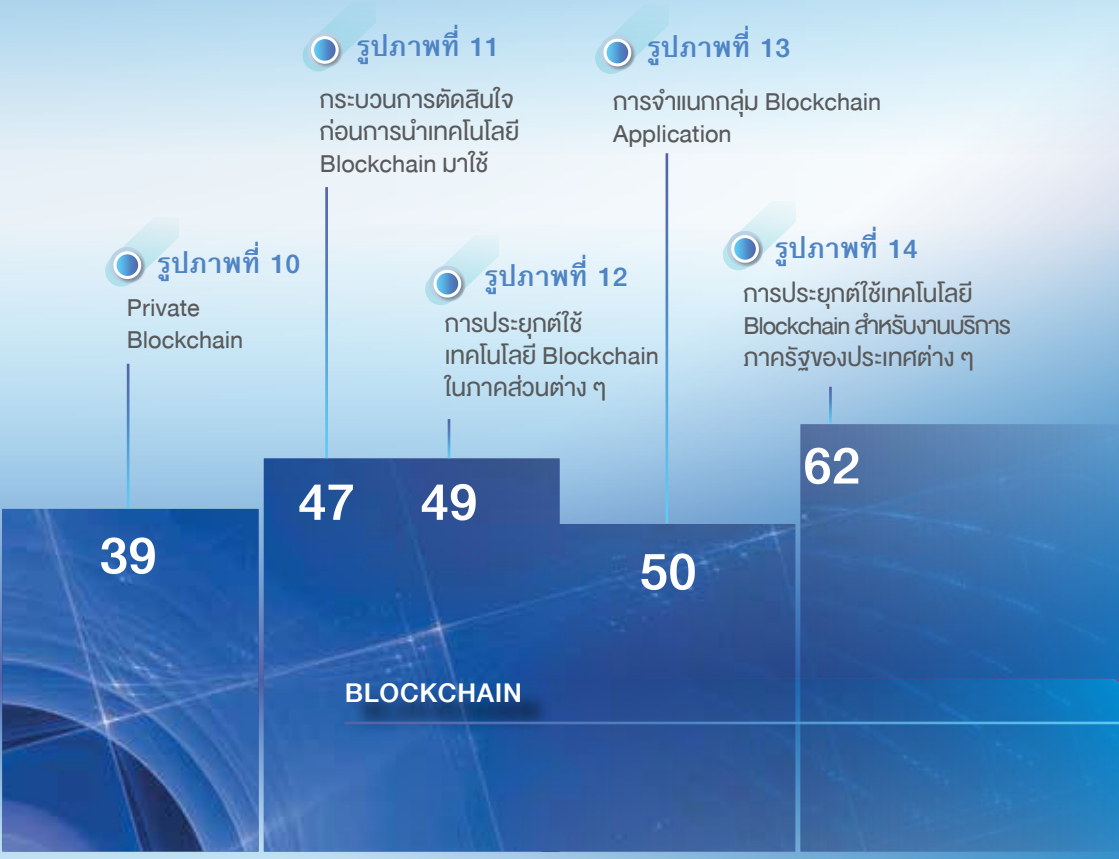
รูปภาพที่ 5
โครงสร้างการเชื่อมโยง Block
26

27 รูปภาพที่ 6
โครงสร้างภายใน Block ของ Bitcoin

30 รูปภาพที่ 7
ตัวอย่างการแสดง Block Information ของ Bitcoin

31 รูปภาพที่ 8
หลักการ Hash ข้อมูลชุดใหญ่โดยใช้รูปแบบ Hash Tree

37 รูปภาพที่ 9
Public Blockchain




63 รูปภาพที่ 15
ผลการสำรวจความคาดหวังในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในภาครัฐ

82 รูปภาพที่ 16
การจัดกลุ่มการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับงานบริการภาครัฐ

84 รูปภาพที่ 17
ระบบยืนยันและพิสูจน์ตัวตนบนเทคโนโลยี Blockchain

98 รูปภาพที่ 18
ปัจจัยความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐ

# สารบัญภาพ (ต่อ)


รูปภาพที่ 19
วิสัยทัศน์รัฐบาลดิจิทัล
115

รูปภาพที่ 20
แนวโน้มเทคโนโลยีที่สำคัญสำหรับการพัฒนารัฐบาลดิจิทัล
120

รูปภาพที่ 21
ระบบบูรณาการการให้บริการภาครัฐโดยใช้ Enterprise Service Bus (ESB)
131

รูปภาพที่ 22
การเชื่อมโยงบูรณาการการให้บริการภาครัฐโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain
134

รูปภาพที่ 23
องค์ประกอบทางเทคนิคการบูรณาการงานบริการภาครัฐบนเทคโนโลยี Blockchain
136

139 รูปภาพที่ 24
แสดงระบบนิเวศการให้บริการหน่วยงานภาครัฐ

142 รูปภาพที่ 25
แผนภาพจำลองขั้นตอนการขออนุญาตการเข้ามาในราชอาณาจักรชั่วคราวเพื่อเข้ารับการรักษาพยาบาล

148 รูปภาพที่ 26
ภาพรวสถาปัตยกรรมระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain

151 รูปภาพที่ 27
รายละเอียดการออกแบบระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain

รูปภาพที่ 28
แผนภาพแสดงขั้นตอนการส่งต่อผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาล 155

รูปภาพที่ 29
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมของการ บริหารสิทธิในการเข้าถึงและใช้งานข้อมูลผู้ป่วยโดยใช้ Smart Contract 157

รูปภาพที่ 30
โรงพยาบาลต้นทางสามารถส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral 158

รูปภาพที่ 31
โรงพยาบาลปลายทางสามารถส่งคำขอส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral 159

รูปภาพที่ 32
โรงพยาบาลปลายทางสามารถเข้าดูข้อมูลผู้ป่วยในระบบ 13 แฟ้มได้ 159


for GOVERNMENT SERVICES


160 รูปภาพที่ 33
โรงพยาบาลปลายทางสามารถตอบรับ ปฏิเสธ หรือขอเลื่อนเวลาการส่งต่อผู้ป่วยได้

160 รูปภาพที่ 34
ตัวอย่าง Log การส่งต่อผู้ป่วยของระบบ e-Referral

161 รูปภาพที่ 35
หน้าจอ Dashboard แสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบ e-Referral

161 รูปภาพที่ 36
หน้าจอสำหรับการ Performance Monitoring, Report และ Throughput ใน Component ต่าง ๆ ของระบบ Hyperledger Blockchain

# สารบัญตาราง



**ตารางที่ 1**
ตารางเปรียบเทียบ
คุณสมบัติของเทคโนโลยี
Blockchain
ในแต่ละประเภท
41

**ตารางที่ 2**
ตารางแสดงการประยุกต์
ใช้เทคโนโลยี Blockchain
สำหรับงานบริการ
ภาครัฐในต่างประเทศ
81

**ตารางที่ 3**
ตารางสรุป
ความเป็นไปได้
ในการประยุกต์ใช้
เทคโนโลยี Blockchain
สำหรับงานบริการ
ภาครัฐของประเทศไทย
122

# อภิธานศัพท์

| | |
|---|---|
| **Blockchain** | เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลแบบ Shared Database หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Distributed Ledger Technology (DLT)” โดยเป็นรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่รับประกันความปลอดภัยว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกไปก่อนหน้านั้นไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข ซึ่งทุกผู้ใช้งานจะได้เห็นข้อมูลชุดเดียวกันทั้งหมด โดยใช้หลักการ Cryptography และความสามารถของ Distributed Computing เพื่อสร้างกลไกความน่าเชื่อถือ |
| **Block** | ชุดบรรจุข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการบรรจุลงใน Block เรียกว่า Block Data เช่น ข้อมูลการทำธุรกรรมต่าง ๆ และส่วนของ Block Header ที่ใช้เก็บข้อมูลประจำ Block นั้น ๆ ได้แก่ หมายเลข Block, ค่า Nounce, ค่า Previous Hash และค่า Current Hash เป็นต้น |
| **Nounce** | ค่าที่ใช้ในการค้นหาค่า Hash ของ Block ซึ่งจะต้องเป็นไปตามกฎของระบบที่ได้กำหนดไว้ โดยค่า Hash ที่ได้นั้นจะต้องมีค่าต่ำกว่าค่า Target หรืออีกชื่อหนึ่ง คือ ค่า Difficulty นั่นเอง |
| **Previous Hash** | ค่า Hash ของ Block ก่อนหน้า ซึ่งจะเป็นตัวเชื่อมต่อ และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบว่ามีการแก้ไขข้อมูลใน Block ก่อนหน้าหรือไม่ ซึ่งหากมีการแก้ไขจะทำให้ค่า Hash ไม่เท่ากัน จึงทำให้สามารถตรวจสอบได้ |
| **Current Hash** | ค่า Hash ของ Block ตัวเอง ซึ่งก็คือ ค่า Hash ของข้อมูลทั้งหมดใน Block และรวมไปถึงค่า Hash ของ Block ก่อนหน้าด้วย |
| **Hash** | Hash Function หรือ Cryptographic Digest คือ การทำให้ข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอะไร ขนาดเท่าไร ถูกย่อยลงมาเป็นข้อมูลอีกชุดหนึ่ง โดยการทำ Hash Function ซึ่งถือว่าเป็นการเข้ารหัสข้อมูลอีกชนิดหนึ่ง โดยข้อมูลที่ได้จากการทำ Hash Function นั้น จะไม่สามารถถอดกลับไปเป็นข้อความต้นฉบับได้ และจะมีหน้าตาแตกต่างกันไปตามข้อมูลต้นฉบับ |

| | |
|---|---|
| **Consensus** | กระบวนการตรวจสอบธุรกรรมที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain เพื่อยืนยันความถูกต้องและความน่าเชื่อถือให้กับระบบ Blockchain ซึ่งกระบวนการ หรือวิธีการยืนยันความถูกต้องของธุรกรรมที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain นั้นมีด้วยกันหลายวิธี โดยการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของ Blockchain ในแต่ละประเภท |
| **Proof-of-Work** | เป็นกระบวนการ Consensus วิธีหนึ่ง โดยใช้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหานั้น ๆ จาก Nodes ต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายหรือเรียกว่า “Miner” เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่จะถูกบันทึกเข้ามาในเครือข่าย โดย Miner จะได้รับค่าตอบแทนจากการทำ Proof-of-Work และด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้การแก้ไขข้อมูลที่ถูกบันทึกลงในระบบ Blockchain แล้วนั้นทำได้ยากโดยที่ไม่แก้ไขข้อมูลใน Block ถัด ๆ ไป ซึ่งจะต้องทำ Proof-of-Work ในทุกBlock ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลาในการคำนวณพอสมควร อีกทั้งยังจะต้องทำการแก้ไขทุก Block ในเวลาเดียวกัน ซึ่งการจะแก้ไขปัญหาดังกล่าวในระยะเวลาที่จำกัดจึงเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยากมากด้วยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ดังนั้นเป้าหมายการทำ Proof-of-Work ในเทคโนโลยี Blockchain จึงเป็นการป้องกันการโจมตีระบบด้วยการเพิ่มต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ให้กับผู้โจมตี เพื่อให้เกิดความไม่คุ้มค่าที่จะทำการโจมตี |
| **Proof-of-Stake** | เป็นกระบวนการ Consensus วิธีหนึ่ง โดยใช้หลักการวาง “สินทรัพย์” ของผู้ตรวจสอบ (Validator) ในการยืนยันธุรกรรม ผู้ตรวจสอบที่ทำการวางสินทรัพย์จำนวนมากจึงมีโอกาสสูงที่จะได้รับสิทธิ์ในการเขียนข้อมูลธุรกรรมบน Block ถัดไป โดยผู้ที่ทำการเขียนข้อมูลบน Block ถัดไปจะได้รับค่าธรรมเนียมการดำเนินงานเป็นรางวัลตอบแทน |

| | |
|---|---|
| **Proof-of-Authority** | เป็นกระบวนการ Consensus วิธีหนึ่ง โดยทำข้อตกลงร่วมกันในการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานหรือองค์กรที่เชื่อถือได้ สำหรับการทำธุรกรรมด้วยวิธีการระบุชื่อผู้ใช้อย่างเป็นทางการให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละ Node บนเครือข่าย Blockchain ในการทำธุรกรรมจะได้รับการตรวจสอบสิทธิ์จากบัญชีที่ได้รับอนุมัติหรือเรียกว่า ผู้ตรวจสอบ (Validator) ซึ่งทำหน้าที่ในการรักษาความปลอดภัย โดยใช้รูปแบบการหมุนเวียนสิทธิเพื่อกระจายความรับผิดชอบ และเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานอย่างเป็นธรรม |
| **Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)** | เป็นกระบวนการ Consensus วิธีหนึ่ง โดยใช้หลักการเสียงข้างมาก ซึ่งต้องมีจำนวนผู้ตรวจสอบ (Validator) ทั้งสิ้นจำนวน 3f+1 Node เพื่อรับประกันความถูกต้องของระบบ โดย f คือ จำนวนผู้ตรวจสอบที่ไม่สามารถทำงานได้ในขณะนั้น |
| **Public Blockchain/ Permissionless Blockchain** | Blockchain วงเปิดที่อนุญาตให้ทุกคนสามารถเข้าใช้งานไม่ว่าจะเป็นการอ่าน หรือการทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ โดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาต ตัวอย่างของระบบ Blockchain แบบเปิดสาธารณะ เช่น Bitcoin, Ethereum |
| **Private Blockchain/ Permission Blockchain** | Blockchain วงปิดที่เข้าใช้งานได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นเพื่อใช้งานภายในองค์กร ดังนั้นข้อมูลการทำธุรกรรมต่าง ๆ จะถูกจำกัดอยู่เฉพาะภายในเครือข่าย ซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ตัวอย่างของระบบ Blockchain แบบปิด เช่น Hyperledger, Corda, Tendermint |
| **Consortium Blockchain** | Blockchain ที่เปิดให้ใช้งานได้เฉพาะกลุ่มเท่านั้น ซึ่งส่วนมากจะเป็นการรวมตัวกันขององค์กรที่มีลักษณะธุรกิจเหมือนกันและต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ยกตัวอย่างเช่น เครือข่ายระหว่างธนาคาร ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการทำธุรกรรม หรือแลกเปลี่ยนสินทรัพย์ภายในกลุ่มของธนาคาร เช่น Japanese Bank และ R3CEV |

| | |
|---|---|
| **Merkle Root** | ค่า Hash ที่อยู่บนสุดของ Hash Tree โดยค่าดังกล่าวจะถูกแสดงใน Block Information ซึ่ง Hash Tree จะใช้กับการออกแบบ Block ที่มีการรวบเอา Transaction ที่เกิดขึ้นในเวลาไล่เลี่ยกันรวมเข้าไว้ใน Block เดียวกัน โดยทำการ Hash รายการ Transaction ทั้งหมดใน Block ซึ่งเป็นวิธีการ Hash ข้อมูลชุดใหญ่ โดยใช้รูปแบบ Hash Tree ซึ่งจะ Hash Transactions ทั้งหมดใน Block ให้กลายเป็น Hash Value ขนาด 32 ไบต์ |
| **Ethereum** | เป็น Platform ของ Blockchain แบบเปิด (Public Blockchain) โดย Ethereum มีความแตกต่างจาก Bitcoin เนื่องจาก Ethereum ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถปรับตัวได้และมีความยืดหยุ่นอีกทั้งยังเป็น Open Source โดยความสามารถของ Ethereum ถือว่าทัดเทียมกับ Bitcoin แต่สิ่งที่เพิ่มขึ้นมา คือ ฟีเจอร์ที่เรียกว่า Smart Contract ที่อนุญาตให้ผู้ใช้ หรือนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมลงไปในข้อมูลของสกุลเงิน Ether ได้เพื่อให้ทำงานอัตโนมัติเมื่อเงื่อนไขเป็นไปตามที่กำหนดในสัญญา ดังนั้นจึงทำให้สามารถสร้าง Application ต่าง ๆ ขึ้นมาบนเครือข่าย Ethereum อีกชั้นหนึ่งได้ ทำให้เกิดรูปแบบที่หลากหลายในการใช้งานซึ่งแตกต่างจาก Bitcoin ที่เน้นการทำธุรกรรมเพียงอย่างเดียว |
| **Cryptocurrency** | สกุลเงินดิจิทัลซึ่งมีมูลค่าเหมือนกับธนบัตรในสกุลเงินประเทศต่าง ๆ และถูกใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนแบบดิจิทัล โดยการแลกเปลี่ยนรูปแบบดิจิทัลได้เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 2009 ซึ่ง Blockchain Application ในกลุ่มเงินดิจิทัลได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในธุรกิจการให้บริการทางการเงินทั้งการโอนและการจ่ายเงิน ยกตัวอย่างเช่น Bitcoin และ Ripple |
| **Ledger** | บัญชีประวัติการทำธุรกรรมซึ่งจะถูกบันทึกและทำสำเนาแจกจ่ายให้กับทุก Node ที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain |

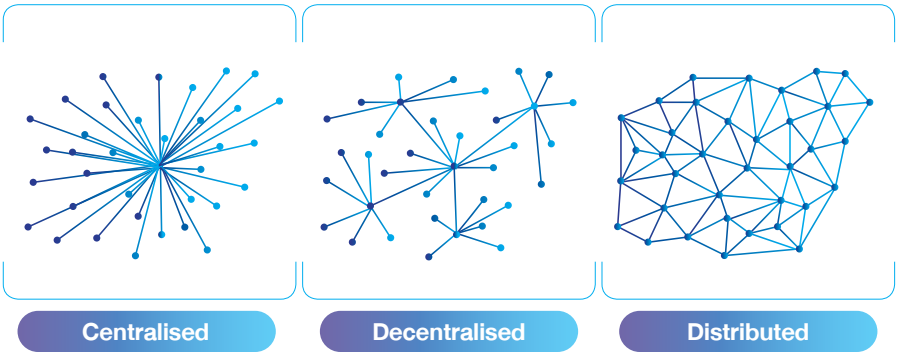
| | |
|---|---|
| **Oracle** | แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้จากภายนอกระบบ Blockchain (Trusted 3rd Party Source) ซึ่ง Smart Contract จะนำมาอ้างอิงเพื่อบังคับใช้สัญญาตามที่เขียนโปรแกรมไว้ เช่น แหล่งข้อมูลระดับน้ำของแต่ละพื้นที่เพื่อให้กรมธรรม์ประกันอุทกภัยที่เขียนด้วย Smart Contract ใช้สำหรับอ้างอิงการเคลมประกันแบบอัตโนมัติ |
| **Smart Contract** | สัญญาอัจฉริยะโดยจะเก็บเงื่อนไขหรือข้อตกลงของสัญญาต่าง ๆ ไว้ในรูปแบบ Code คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในเครือข่าย Blockchain |
| **Node** | อุปกรณ์ในเครือข่าย Blockchain เปรียบได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ หรืออื่น ๆ ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและประมวลผลได้ ซึ่งถือว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในการกระจายและเชื่อมโยงกันในเครือข่ายเพื่อให้ระบบสามารถทำงานและประมวลผลได้ ทั้งนี้ประเภทของ Node ในเครือข่าย Blockchain สามารถจำแนกได้เป็น<br>1. Node ที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บสำเนาข้อมูลเท่านั้น ประกอบด้วย Full Node และ Light Node<br>2. Node ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น หรือที่รู้จักกันในชื่อ Consensus Node |

# 01
# บทนำ

# เทคโนโลยี Blockchain

Blockchain คือเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลแบบ Shared Database หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Distributed Ledger Technology (DLT)” โดยเป็นรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่รับประกันความปลอดภัยว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกไปก่อนหน้านั้นไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขได้ ซึ่งทุกผู้ใช้งานจะได้เห็นข้อมูลชุดเดียวกันทั้งหมด โดยใช้หลักการ Cryptography และความสามารถของ Distributed Computing เพื่อสร้างกลไกความน่าเชื่อถือ (Yermack, 2017)

จุดเริ่มต้นของเทคโนโลยี Blockchain เกิดขึ้นครั้งแรกในปี 2008 โดยการนำเสนอของ “Satoshi Nakamoto” จากเอกสาร Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System เป็นการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสร้าง Platform ที่สามารถสร้างความปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนเงินสกุลดิจิทัลที่มีชื่อว่า “Bitcoin” โดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับการทำ Cryptography และ Distributed Computing ดังแสดงในรูปภาพที่ 1

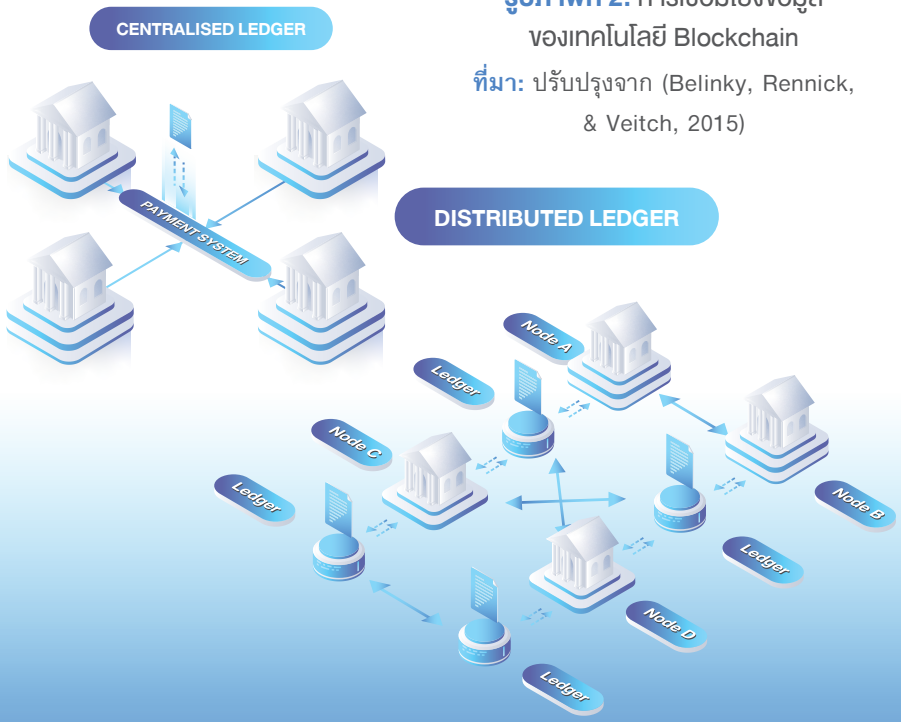



**รูปภาพที่ 1:** ระบบแบบ Centralised, Decentralised และ Distributed

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Baran, 1964)

ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีคนกลางเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ธนาคาร หรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจ่ายเงิน โดยได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย รวมทั้งได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในภาคธุรกิจอื่น ๆ ได้ไม่จำเพาะแค่ภาคธุรกิจการเงินและการธนาคารเท่านั้น แต่ยังรวมถึงภาครัฐก็ได้มีการตื่นตัวและศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain กันอย่างแพร่หลายเช่นกัน

การทำงานของเทคโนโลยี Blockchain อาศัยการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ (Distributed Ledger Technology) โดยทุกข้อมูลจะมีการเชื่อมโยงกันทั้งระบบ และเมื่อมีรายการธุรกรรมใหม่เกิดขึ้นจะต้องมีการประกาศบอกทุกเครื่องในระบบให้รับรู้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 2




**รูปภาพที่ 2:** การเชื่อมโยงข้อมูลของเทคโนโลยี Blockchain

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Belinky, Rennick, & Veitch, 2015)

นอกจากนี้รายการธุรกรรมดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (Consensus) จากทั้งเครือข่ายเสียก่อน จึงจะสามารถบันทึกข้อมูลเข้า Block ได้ ดังนั้น เทคโนโลยี Blockchain จึงไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางคอยทำหน้าที่ในการจัดเก็บรายการธุรกรรม แต่ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บอยู่ภายใต้โครงสร้างของเทคโนโลยี Blockchain และถูกกระจายไปยังเครื่องของสมาชิกทุกคนในเครือข่าย และถ้ามีคนพยายามสร้างรายการธุรกรรมปลอมขึ้นมา ข้อมูลก็จะขัดแย้งกับข้อมูลในเครื่องของสมาชิกอื่น ๆ ในเครือข่าย เนื่องจากทุกเครื่องจะต้องมีข้อมูลเหมือนกันทั้งหมด ดังนั้นระบบจะไม่อนุญาตให้สร้างรายการดังกล่าว โดยจะมีแต่รายการที่ทุกคนในเครือข่ายยอมรับเท่านั้นที่จะสามารถบันทึกเข้าสู่ระบบ Blockchain ได้ และข้อมูลที่ถูกบันทึกเข้าสู่ระบบ Blockchain ไปแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขย้อนหลังได้ จึงทำให้เทคโนโลยี Blockchain ได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง

# หลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain

หลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain คือ ฐานข้อมูลจะถูกแชร์ให้กับทุก Node[1] ที่อยู่ในเครือข่ายและการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain จะไม่มีเครื่องใดเครื่องหนึ่งเป็นศูนย์กลางหรือเครื่องแม่ข่าย ซึ่งการทำงานแบบกระจายศูนย์นี้จะไม่ถูกควบคุมโดยคนเพียงคนเดียว แต่ทุก Node จะได้รับสำเนาฐานข้อมูลเก็บไว้และจะมีการอัปเดตฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติเมื่อมีข้อมูลใหม่เกิดขึ้น ทั้งนี้สำเนาฐานข้อมูลของทุกคนในเครือข่ายจะต้องถูกต้อง และตรงกันกับของสมาชิกคนอื่นในเครือข่าย อีกทั้งการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ Block ยังอาศัยหลักการทำ Cryptography[2] และการตรวจสอบ (Consensus[3]) จากสมาชิกในเครือข่ายด้วยกันก่อนทำการบรรจุ

---

[1] Node คือ อุปกรณ์ในเครือข่าย Blockchain เปรียบได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ หรืออื่น ๆ ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและประมวลผลได้ ซึ่งถือว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในการกระจายและเชื่อมโยงกันในเครือข่ายเพื่อให้ระบบสามารถทำงานและประมวลผลได้ ทั้งนี้ประเภทของ Node ในเครือข่าย Blockchain สามารถจำแนกได้เป็น

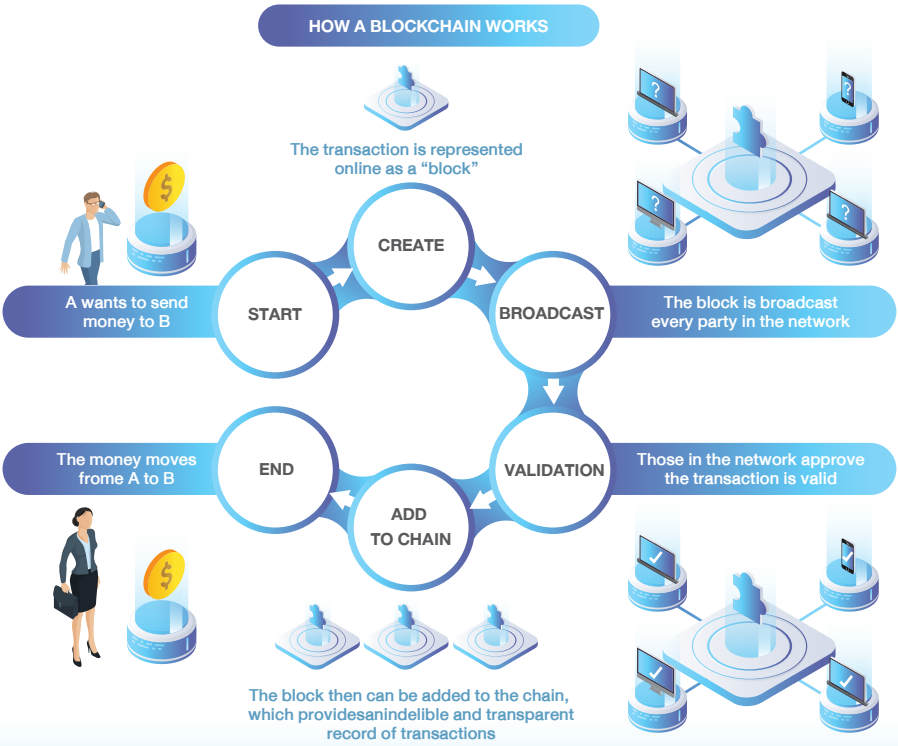
1) Node ที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บสำเนาข้อมูลเท่านั้น ประกอบด้วย Full Node และ Light Node

2) Node ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น หรือที่รู้จักกันในชื่อ Consensus Node

[2] Cryptography หรือ Cryptographic Digest คือ การทำให้ข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอะไร ขนาดเท่าไร ถูกย่อยลงมาเป็นข้อมูลอีกชุดหนึ่ง โดยการทำ Hash Function ซึ่งถือว่าเป็นการเข้ารหัสข้อมูลอีกชนิดหนึ่ง โดยข้อมูลที่ได้จากการทำ Hash Function นั้นจะไม่สามารถถอดกลับไปเป็นข้อความต้นฉบับได้ และจะมีหน้าตาแตกต่างกันไปตามข้อมูลต้นฉบับ ซึ่งมีภาษาทางเทคนิคว่า “Cryptographic Hash Function” หรือ “Message Digest Algorithm”

[3] Consensus คือ กระบวนการตรวจสอบธุรกรรมที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain เพื่อยืนยันความถูกต้องและความน่าเชื่อถือให้กับระบบ Blockchain ซึ่งกระบวนการ หรือวิธีการยืนยันความถูกต้องของธุรกรรมที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain นั้นมีด้วยกันหลายวิธี โดยการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของ Blockchain ในแต่ละประเภท

ข้อมูลลง Block และเพิ่มเข้าสู่ระบบ Blockchain เพื่อเป็นการป้องกัน และรับประกันความปลอดภัยของข้อมูล โดยแต่ละเครือข่าย Blockchain จะมีการกำหนดกฎเกณฑ์ในการตรวจสอบหรือที่เรียกว่า “Consensus Protocol” หรือ “Consensus Mechanism” ขึ้นมาเพื่อใช้ในเครือข่าย โดยหลักการทำงานพื้นฐานที่สำคัญของเทคโนโลยี Blockchain อย่างน้อยจะต้องประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังแสดงในรูปภาพที่ 3




**รูปภาพที่ 3:** หลักการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Veedvil, 2017)

START

**ขั้นตอนที่ 1**

CREATE

คือ การสร้าง Block ที่บรรจุคำสั่งขอทำรายการธุรกรรม

**ขั้นตอนที่ 2**

BROADCAST

คือ ทำการกระจาย Block ใหม่นี้ให้กับทุก Node ในระบบ และบันทึกรายการธุรกรรมลง Ledger ให้กับทุก Node เพื่ออัปเดตว่ามี Block ใหม่เกิดขึ้นมา

**ขั้นตอนที่ 3**

VALIDATION

คือ Node อื่น ๆ ในระบบทำการยืนยันและตรวจสอบข้อมูลของ Block นั้นว่าถูกต้องตามเงื่อนไข Validation โดยกระบวนการทำ Consensus ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำ Validation

**ขั้นตอนที่ 4**

ADD TO CHAIN

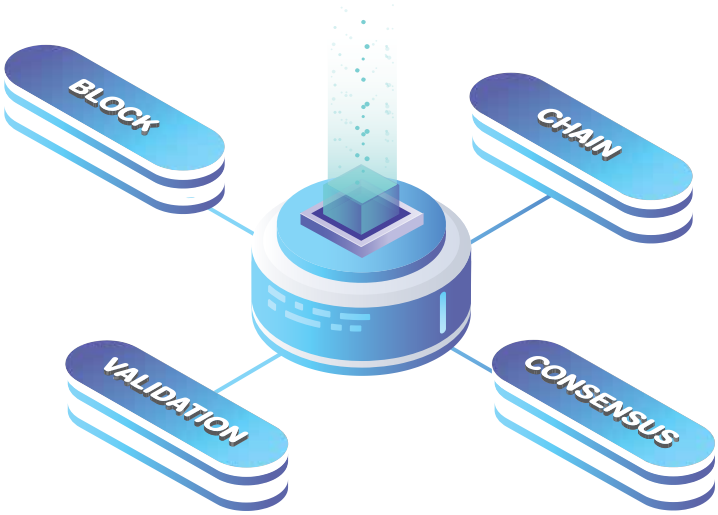
คือ นำ Block ดังกล่าวมาเรียงต่อจาก Block ก่อนหน้านี้

END

อย่างไรก็ดี ในการออกแบบการทำงานของระบบ Blockchain ในการทำงานจริง อาจจะมีการออกแบบขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างไปจากนี้ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของแต่ละผู้ผลิตหรือแต่ละ Platform แต่อย่างน้อยจะต้องมี 4 ขั้นตอนหลักนี้ซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการทำงาน Blockchain นั่นเอง

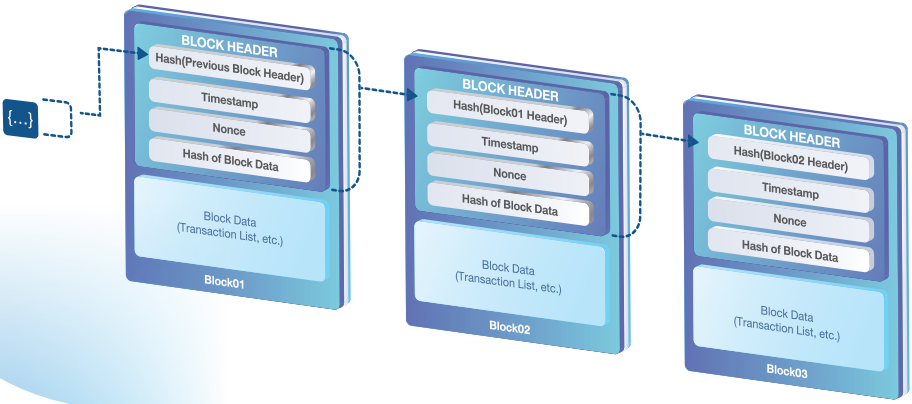
# องค์ประกอบของเทคโนโลยี Blockchain

องค์ประกอบของเทคโนโลยี Blockchain ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) Block 2) Chain 3) Consensus และ 4) Validation ดังแสดงในรูปภาพที่ 4




**รูปภาพที่ 4:** องค์ประกอบของเทคโนโลยี Blockchain
**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Veedvil, 2017)

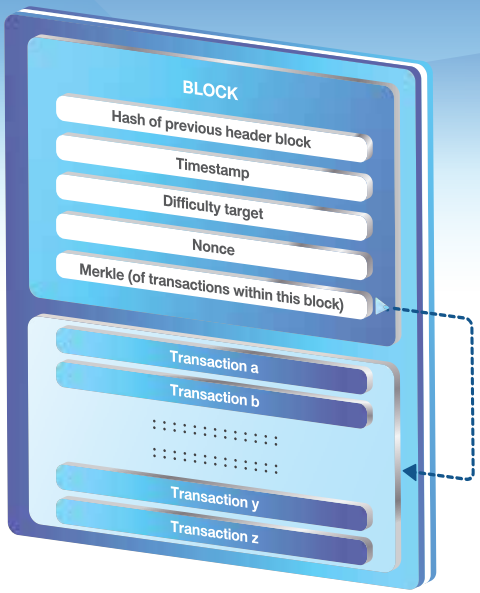
การจัดเก็บข้อมูลของเทคโนโลยี Blockchain จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของ Block โดยแต่ละ Block จะเชื่อมโยงเข้าหา Block ก่อนหน้าด้วยค่า Hash Function ของ Block ก่อนหน้านี้เสมอ และจะเรียงร้อยต่อกันเป็น Chain ทำให้ยากต่อการปลอมแปลง แก้ไข และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ทุก ๆ Block ตลอดทั้ง Chain ซึ่งสามารถตรวจสอบย้อนกลับไปจนถึง Block เริ่มต้น หรือ Genesis Block ได้ (Yaga, Mell, Roby, & Scarfone, 2018) ดังแสดงในรูปภาพที่ 5




**รูปภาพที่ 5:** โครงสร้างการเชื่อมโยง Block

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Yaga, Mell, Roby, & Scarfone, 2018b)

ดังนั้น Block คือ ชุดบรรจุข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ Block Header เพื่อใช้บอกให้คนอื่นทราบว่าภายในบรรจุข้อมูลอะไรไว้ และส่วนของ Block Data เพื่อใช้ในการบรรจุข้อมูลต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลจำนวนเงิน ข้อมูลการโอนเงิน ข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาล หรือข้อมูลอื่น ๆ โดยโครงสร้างของแต่ละ Block จะประกอบไปด้วยข้อมูล 7 ส่วน ดังแสดงในรูปภาพที่ 6




**รูปภาพที่ 6:** โครงสร้างภายใน Block ของ Bitcoin

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Nakamoto, 2008)

1. **หมายเลข Block** คือ ตัวเลขจำนวนเต็มเรียงกันตั้งแต่ 1, 2, 3, 4, 5 ไปเรื่อย ๆ โดยมีความหมายแสดงถึงลำดับก่อนหลัง คือ Block หมายเลข 1 เกิดขึ้นก่อน Block หมายเลข 2 และ Block หมายเลข 1 อยู่ติดกับหมายเลข 2 เป็นต้น

2. **Timestamp** คือ เวลาที่ Block นั้น ๆ ถูกสร้างขึ้นมา

3. **Nounce** คือ ค่าที่ใช้ในการค้นหาค่า Hash ของ Block ตามกฎของระบบที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งกฎดังกล่าวคือ Proof-of-Work หมายความว่า หากเราต้องการจะสร้าง Block ขึ้นมาสัก Block หนึ่งในระบบ Blockchain เราจะต้องแสดงให้คนอื่น ๆ ที่อยู่ในระบบเห็นว่า เราได้ทำการแก้ปัญหาหรือทำงาน (Work) ตามกฎที่กำหนดไว้แล้ว

4 **Difficulty Target** คือ ค่าระดับความยากที่จะถูกใช้ในการค้นหาค่า Nounce โดยค่า Hash ที่ได้นั้นจะต้องมีค่าต่ำกว่าค่า Difficulty Target นั่นเอง

5 **Previous Hash**[4] คือ ค่า Hash ของ Block ก่อนหน้า โดยทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อ และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบว่า มีการแก้ไขข้อมูลใน Block ก่อนหน้าหรือไม่ หากมีการแก้ไขจะทำให้ค่า Hash ที่ได้จะไม่เท่ากัน จึงทำให้สามารถตรวจสอบได้

6 **Data** คือ ข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ใน Block ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นอะไรก็ได้ที่เราจะบันทึก เช่น ข้อมูล Transaction ต่าง ๆ เป็นต้น

7 **Merkle Root** คือ ค่า Hash ของ Transactions ทั้งหมดใน Block ซึ่งเป็นวิธีการ Hash ข้อมูลชุดใหญ่ โดยใช้รูปแบบ Hash Tree ซึ่งจะ Hash Transactions ทั้งหมดใน Block ให้กลายเป็น Hash Value ขนาด 32 ไบต์

---

[4] Hash Function หรือ Cryptographic Digest คือ การทำให้ข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอะไร ขนาดเท่าไร ถูกย่อยลงมาเป็นข้อมูลอีกชุดหนึ่ง โดยการทำ Hash Function ซึ่งถือว่าเป็นการเข้ารหัสข้อมูลอีกชนิดหนึ่ง โดยข้อมูลที่ได้จากการทำ Hash Function นั้นจะไม่สามารถถอดกลับไปเป็นข้อความต้นฉบับได้ และจะมีหน้าตาแตกต่างกันไปตามข้อมูลต้นฉบับ ซึ่งมีภาษาทางเทคนิคว่า “Cryptographic Hash Function” หรือ “Message Digest Algorithm” เทคโนโลยี Blockchain ได้นำคุณสมบัติของการเข้ารหัสข้อมูลด้วยการทำ Hash Function ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของโครงสร้างข้อมูลใน Block เพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

## วิธีการคำนวณหาค่า Nonce

Nounce คือ ค่าที่ใช้ในการค้นหาค่า Hash ของ Block ซึ่งจะต้องเป็นไปตามกฎของระบบที่ได้กำหนดไว้ โดยค่า Hash ที่ได้นั้นจะต้องมีค่าต่ำกว่าค่า Target หรืออีกชื่อหนึ่ง คือ ค่า Difficulty นั่นเอง โดยคำสั่งดังกล่าวก็คือ “จงทำให้ Hash ของ Block_Header มีค่า ≤ Target” โดยค่า Nounce จะถูกวางไว้ใน Block Header ดังแสดงในรูปภาพที่ 7 เพื่อให้เราวนหาค่าไปเรื่อย ๆ จนกว่าค่า Hash จะต่ำกว่าค่า Target ดังนั้นการหาค่า Nounce ก็คือ การเปลี่ยนค่า Block Header จนกระทั่งได้ค่า Hash ที่ต่ำกว่าค่า Target ให้ได้ ใครหาได้ก่อนคนนั้นชนะซึ่งก็คือ คนที่ได้เป็นคนยืนยันความถูกต้องของ Block นั้น ๆ นั่นเอง ดังนั้นเมื่อได้ค่า Nounce แล้ว ค่า Hash ที่ได้จากการหาค่า Nounce นั้นก็จะถูกใช้เป็นค่า Hash ของ Block นั้นทันที ซึ่งก็คือ Current Hash ของ Block นั้น ๆ นั่นเอง

ตัวอย่างการแสดง BLOCK INFORMATION ของ BITCOIN

**รูปภาพที่ 7:** ตัวอย่างการแสดง Block Information ของ Bitcoin

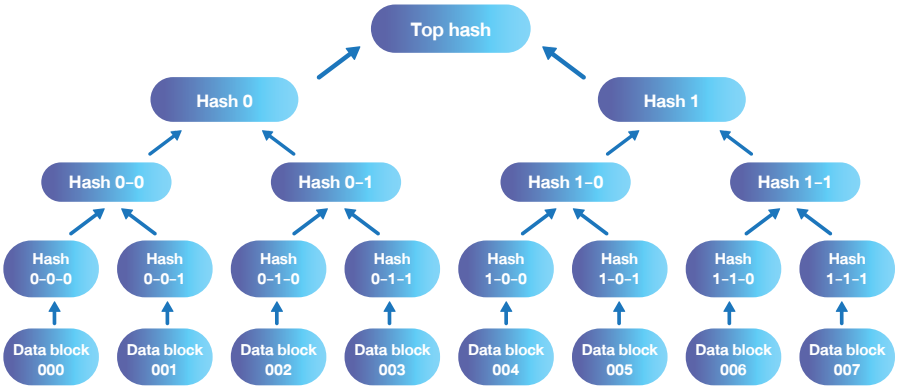
**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Nuuneoi, 2016)

ค่า Target หรือ Difficulty จะถูกกำหนดโดยระบบภายใต้สูตร

$$\text{Difficulty} = \frac{0x00ffff0000000000000000000000000000000000000000000000000000}{\text{CurrentTarget}}$$

นอกจากนี้ค่า Target หรือ Difficulty จะถูกคำนวณค่าใหม่ในทุก 2016 Blocks (ประมาณ 2 สัปดาห์) และถูกคำนวณตรง ๆ เลย ถ้า 2016 Blocks ที่ผ่านมาใช้เวลาเกิน 2 สัปดาห์ ก็จะลดค่า Difficulty ลง แต่ถ้าใช้เวลาน้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก็จะปรับค่า Difficulty ขึ้น

จากตัวอย่างการแสดง Block Information ในรูปภาพที่ 7 ซึ่งเป็นตัวอย่าง Block Information ของ Bitcoin จะเห็นค่า Merkle Root ซึ่งก็คือ ค่า Hash ของ Transactions ทั้งหมดใน Block ซึ่งเป็นวิธีการ Hash ข้อมูลชุดใหญ่ โดยใช้รูปแบบ Hash Tree ซึ่งจะ Hash Transactions ทั้งหมดใน Block ให้กลายเป็น Hash Value ขนาด 32 ไบต์ ดังแสดงในรูปภาพที่ 8




**รูปภาพที่ 8:** หลักการ Hash ข้อมูลชุดใหญ่โดยใช้รูปแบบ Hash Tree

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Futter, Hale, Elverston, & Waters, 2017)

ดังนั้นค่า Merkle Root ก็คือ ค่า Hash ที่อยู่บนสุดของ Hash Tree นั่นเอง โดยค่าดังกล่าวจะถูกแสดงใน Block Information ซึ่ง Hash Tree จะใช้กับการออกแบบ Block ที่มีการรวบ Transaction ที่เกิดขึ้นในเวลาไล่เลี่ยกันรวมเข้าไว้ใน Block เดียวกัน

เนื่องจากการกำหนดให้ทุก ๆ Node จะต้องทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (A Mathematical Puzzle) หรือที่รู้จักกันในชื่อ "Proof-of-Work" โดย Block ที่ถูกยอมรับจะต้องมีคำตอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวรวมอยู่ใน Block ด้วยซึ่งก็คือการหาค่า Nonce นั่นเอง ดังนั้นจึงเป็นไปไม่ได้ที่ผู้โจมตีจะสร้าง Transaction ปลอมขึ้นมาโดยที่ไม่ทำการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Block นั้น ๆ รวมไปถึง Block อื่น ๆ ที่อยู่ใน Chain ด้วย อีกทั้งจะต้องทำพร้อม ๆ กันในทุก ๆ Block เพื่อให้ได้รับการยอมรับจาก Node อื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากและแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยด้วยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้ Blockchain ได้รับการยอมรับว่าเป็นรูปแบบของการบันทึกข้อมูลที่มีความปลอดภัยสูง

## Chain

Chain คือ หลักการจดจำทุก ๆ ธุรกรรมของทุก ๆ คนในระบบและบันทึกข้อมูลพร้อมจัดทำเป็นสำเนาบัญชี Ledger แจกจ่ายให้กับทุกคนในระบบ สำเนาบัญชี Ledger ที่ว่านั้นจะถูกกระจายส่งต่อไปให้ทุก ๆ Node ในระบบเพื่อให้ทุกคนรับทราบว่ามีธุรกรรมอะไรเกิดขึ้นมาบ้างตั้งแต่เปิดระบบ Blockchain นั้นขึ้นมา ถึงแม้ว่าจะมี Node ใด Node หนึ่งเสียหายไปก็สามารถยืนยันหรือกู้ข้อมูล Ledger จาก Node อื่น ๆ กลับมาอัปเดตให้ทั้งระบบได้เหมือนเดิม

## Consensus

Consensus คือ กระบวนการตรวจสอบรายการธุรกรรมที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain เพื่อยืนยันความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือให้กับระบบ Blockchain นั้น ๆ ซึ่งกระบวนการทำ Consensus มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ยกตัวอย่าง เช่น

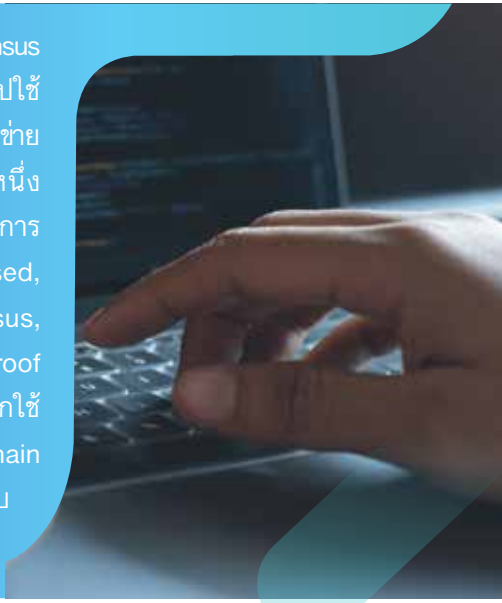
**Proof-of-Work** คือ กระบวนการทำ Consensus โดยใช้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหานั้น ๆ จาก Nodes ต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายหรือเรียกว่า “Miners” เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่จะถูกบันทึกเข้ามาในเครือข่าย โดย Miner จะได้รับค่าตอบแทนจากการทำ Proof-of-Work และด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้การแก้ไขข้อมูลที่ถูกบันทึกลงในระบบ Blockchain แล้วนั้นทำได้ยากโดยที่ไม่แก้ไขข้อมูลใน Block ถัด ๆ ไป ยกตัวอย่างเช่น Bitcoins ซึ่งเป็น Public Blockchain ใช้วิธีการยืนยันรายการแบบ Proof-of-Work

**Proof-of-Stake** คือ กระบวนการทำ Consensus โดยใช้หลักการวาง “สินทรัพย์” ของผู้ตรวจสอบ (Validator) ในการยืนยันธุรกรรม ผู้ตรวจสอบที่ทำการวางสินทรัพย์จำนวนมากจึงมีโอกาสสูงที่จะได้รับสิทธิ์ในการเขียนข้อมูลธุรกรรมบน Block ถัดไป โดยผู้ที่ทำการเขียนข้อมูลบน Block ถัดไปจะได้รับค่าธรรมเนียมการดำเนินงานเป็นรางวัลตอบแทน ยกตัวอย่างเช่น Ethereum ซึ่งเป็น Public Blockchain ใช้วิธีการยืนยันรายการแบบ Proof-of-Stake

**Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)** คือ กระบวนการทำ Consensus โดยใช้หลักการเสียงข้างมาก ซึ่งต้องมีจำนวนผู้ตรวจสอบ (Validator) ทั้งสิ้นจำนวน 3f+1 node เพื่อรับประกันความถูกต้องของระบบ โดย f คือ จำนวนผู้ตรวจสอบที่ไม่สามารถทำงานได้ในขณะนั้น ยกตัวอย่างเช่น HyperLedger ซึ่งเป็น Private Blockchain ใช้วิธีการยืนยันรายการแบบ PBFT

**Proof-of-Authority** คือ กระบวนการ Consensus โดยใช้การทำข้อตกลงร่วมกันในการกำหนดสิทธิผู้ใช้งานหรือองค์กรที่เชื่อถือได้สำหรับการทำธุรกรรมด้วยวิธีการระบุชื่อผู้ใช้อย่างเป็นทางการให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละ Node บนเครือข่าย Blockchain ในการทำธุรกรรมจะได้รับการตรวจสอบสิทธิ์จากบัญชีที่ได้รับอนุมัติหรือเรียกว่าผู้ตรวจสอบ (Validator) ซึ่งทำหน้าที่ในการรักษาความปลอดภัยโดยใช้รูปแบบการหมุนเวียนสิทธิเพื่อกระจายความรับผิดชอบ และเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานอย่างเป็นธรรม

จากตัวอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็น Consensus Mechanisms ที่ได้รับการยอมรับและถูกนำไปใช้ในเครือข่าย Blockchain ที่มีชื่อเสียงหลาย ๆ เครือข่ายด้วยกัน แต่วิธีการดังกล่าวก็เป็นเพียงส่วนหนึ่งของ Consensus Mechanisms เท่านั้น ซึ่งในการใช้งานจริงยังมีอีกหลายวิธี เช่น Ledger Based, Proprietary Distributed Ledger Consensus, Federated Consensus, N2N, Delegated Proof of Stake และ Round Robin โดยการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของ Blockchain ในแต่ละประเภท รวมถึงแนวทางการออกแบบระบบ Blockchain



## Validation

Validation คือ การตรวจสอบความถูกต้องแบบทบทวนทั้งระบบและทุก Node ในระบบ Blockchain เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นไม่ว่าจะมาจากส่วนใดก็ตาม ซึ่งก็คือส่วนหนึ่งของ Consensus ที่เรียกว่า Proof-of-Work ซึ่งในหลักการแล้วการทำ Validation นั้นมีจุดประสงค์อยู่ 3 ประการคือ

1. วิธีการในการยอมรับ/ปฏิเสธ รายการใน Block นั้น ๆ
2. วิธีการตรวจสอบที่ทุกคนในระบบยอมรับร่วมกัน
3. วิธีตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละ Block ยกตัวอย่างเช่น

- หมายเลข Block โดยตรวจสอบ Block ก่อนหน้าที่ติดกันก่อนว่าเป็น Block ที่ถูกต้องหรือไม่โดยเวลาที่ Block ถูกสร้างขึ้นต้องมากกว่าเวลาของ Block ก่อนหน้า
- ค่า Nounce โดยการตรวจสอบค่า Nounce ซึ่งก็คือค่า Hash ของ Block ที่ได้มาจากการทำ Proof-of-Work นั่นเอง
- ค่า Previous Hash และ ค่า Current Hash โดยการตรวจสอบสถานะเริ่มต้นใน Block ต้องมีข้อมูลตรงตามสถานะสุดท้ายของ Block ก่อนหน้า

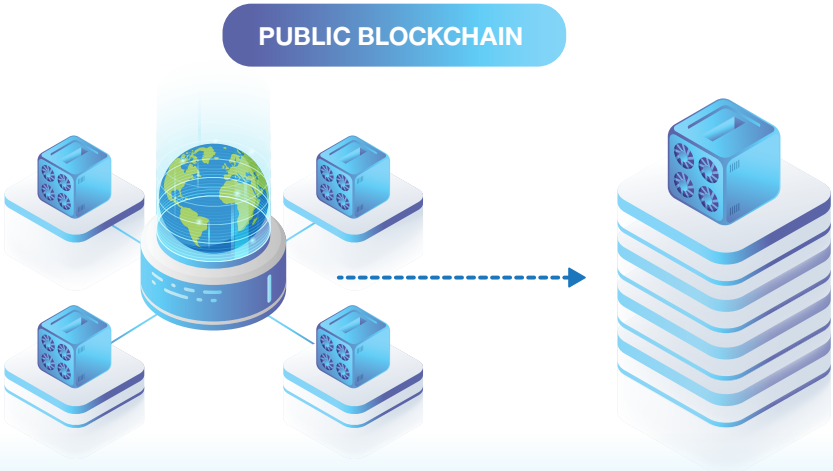
แต่อย่างไรก็ดีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละ Block หรือการทำ Validation นั้นอาจจะมีขั้นตอนมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบการเก็บข้อมูลใน Block ของแต่ละค่ายนั่นเอง ยกตัวอย่างเช่น ค่าย Ethereum นั้นจะมีขั้นตอนการ Validation ถึง 5 ขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับการเก็บข้อมูลใน Block

# ประเภทของ Blockchain

Blockchain สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท โดยพิจารณาจากข้อกำหนดในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกของเครือข่าย คือ Blockchain แบบเปิดสาธารณะ (Public Blockchain) Blockchain แบบปิด (Private Blockchain) และ Blockchain แบบเฉพาะกลุ่ม (Consortium Blockchain)

## Public Blockchain

Public Blockchain คือ Blockchain วงเปิดที่อนุญาตให้ทุกคนสามารถเข้าใช้งานไม่ว่าจะเป็นการอ่าน หรือการทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ โดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาต หรือรู้จักกันในอีกชื่อ คือ Permissionless Blockchain ดังแสดงในรูปภาพที่ 9

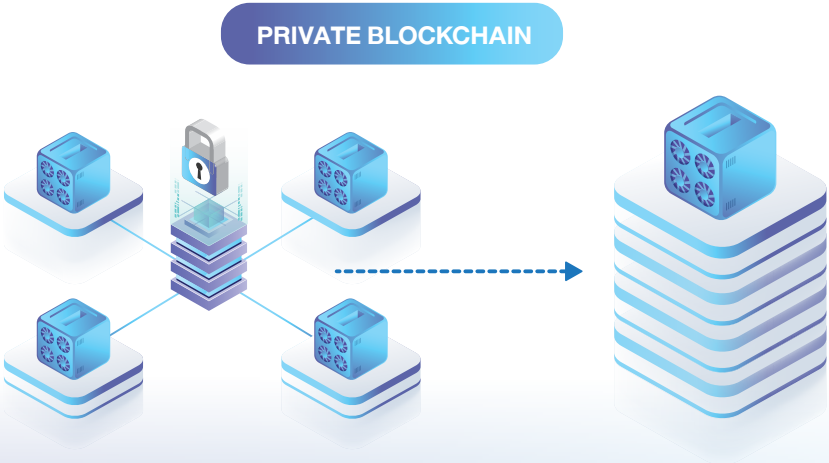



**รูปภาพที่ 9:** Public Blockchain
**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Kohut, 2018)

โดยทุกคนในเครือข่ายสามารถเห็นข้อมูลรายการธุรกรรมได้ ซึ่งการทำธุรกรรมของผู้ใช้งานทั้งหมดจะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบ (Consensus) จากสมาชิกในเครือข่าย ตัวอย่างของระบบ Blockchain แบบเปิดสาธารณะ ยกตัวอย่างเช่น Bitcoin, Ethereum

## Private Blockchain

Private Blockchain คือ Blockchain วงปิดที่เข้าใช้งานได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานภายในองค์กร ดังนั้น ข้อมูลการทำธุรกรรมต่าง ๆ จะถูกจำกัดอยู่เฉพาะภายในเครือข่ายซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ดังแสดงในรูปภาพที่ 10




**รูปภาพที่ 10:** Private Blockchain
**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Kohut, 2018)

โดยภายในเครือข่ายจะมี Node หลักคอยทำหน้าที่เป็นผู้ตัดสินใจเลือกเกณฑ์สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของธุรกรรม รวมถึงการบันทึกและการทำธุรกรรม ซึ่งผู้เข้าร่วมในกลุ่มสามารถตกลงที่จะเปลี่ยนแปลงเกณฑ์สำหรับตรวจสอบและบันทึกรายการได้ จึงเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเก็บข้อมูลที่เป็นความลับหรือข้อมูลที่ไม่ต้องการเผยแพร่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องภายนอกองค์กรทราบ อย่างไรก็ตามหน่วยงานที่มีการสร้าง Blockchain แบบปิดเป็นของตนเอง จำเป็นต้องมี

การลงทุนในด้านโครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์ ระบบเครือข่ายในการเชื่อมต่อองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบ Blockchain ที่นำมาใช้งาน รวมทั้งการดูแลรักษา เพื่อให้ระบบสามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโดยส่วนมากมักใช้ในงานระหว่างองค์กรธุรกิจหรือระหว่างองค์กรภาครัฐ ตัวอย่างของระบบ Blockchain แบบปิด ยกตัวอย่างเช่น Hyperledger, Corda, Tendermint

## Consortium Blockchain

Consortium Blockchain คือ Blockchain ที่เปิดให้ใช้งานได้เฉพาะกลุ่มเท่านั้น โดยเป็นการผสมผสานแนวคิดระหว่าง Public Blockchain และ Private Blockchain ซึ่งส่วนมากเป็นการรวมตัวกันขององค์กรที่มีลักษณะธุรกิจเหมือนกัน และต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันอย่างสม่ำเสมออยู่แล้ว มารวมตัวกันตั้งวง Blockchain ขึ้นมา ทั้งนี้เนื่องจากธุรกรรมและข้อมูลที่จัดเก็บ เป็นข้อมูลที่เป็นความลับ หรือข้อมูลส่วนตัวภายในองค์กร ส่งผลให้ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลดังกล่าวทั้งหมดแก่สาธารณชนได้ ดังนั้นผู้เข้าร่วม Blockchain เฉพาะกลุ่ม จำเป็นต้องได้รับการอนุญาตจากตัวแทนเสียก่อน จึงจะสามารถเข้าใช้งานได้ ยกตัวอย่างเช่น เครือข่ายระหว่างธนาคาร ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการทำธุรกรรม หรือแลกเปลี่ยนสินทรัพย์ภายในกลุ่มของธนาคาร ยกตัวอย่างเช่น Japanese Bank และ R3CEV (Buterin, 2014)

**ตารางที่ 1:** ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain ในแต่ละประเภท

| คุณลักษณะ (Characteristic) | Private Permissioned (Private Blockchain) | Public Permissioned: Single Industry | Public Permissioned: Multi-Industry | Permissionless (Public Blockchain) |
|---|---|---|---|---|
| ผู้มีอำนาจ (Authority), การควบคุม (Control) และความน่าเชื่อถือ (Trust) | การบริหารจัดการบัญชีแยกประเภทภายในเพียงองค์กรเดียว (Centralized Trust) | การจัดการบัญชีแยกประเภทโดยมีประโยชน์อุตสาหกรรมเป็นสำคัญและเปิดใช้กับรูปแบบสาธารณะอย่างจำกัดภายในอุตสาหกรรม (Semi-Centralized Trust) | การจัดการบัญชีแยกประเภทโดยมีประโยชน์อุตสาหกรรมเป็นสำคัญ และเปิดการใช้แบบสาธารณะ (Semi-Centralized Trust) | การจัดการบัญชีแยกประเภทโดยเครือข่ายแบบกระจายศูนย์ไม่มีระบบข้อมูลกลาง (Distributed Consensus) |
| บริบททางธุรกิจ (Business Context) | การใช้งานภายในองค์กรเท่านั้น (Intra-Company) | การใช้งานระหว่างบริษัทหรือภายในอุตสาหกรรม (Inter-Company) | การใช้งานระหว่างบริษัทหรือข้ามอุตสาหกรรม (Inter-Company) | บริษัทและบุคคลทั่วไปสาธารณะที่อยู่ระหว่างเครือข่ายหรือระบบนิเวศของ Blockchain (Inter-Entity) |
| สิทธิ์การเข้าถึง (Access Rights) | การอนุญาตสิทธิ์การใช้งานวัตถุประสงค์เดียวของหนึ่งองค์กร | การอนุญาตให้ใช้สิทธิ์ในอุตสาหกรรมเดียว | การกำหนดสิทธิ์ในอุตสาหกรรม/วัตถุประสงค์หลายแบบ | อนุญาตให้ผู้เข้าร่วมหลายอุตสาหกรรม/ผู้เข้าร่วมการศึกษาค้นคว้าและผู้ที่ต้องการใช้งานหลายประเภท |

| คุณลักษณะ (Characteristic) | Private Permissioned (Private Blockchain) | Public Permissioned: Single Industry | Public Permissioned: Multi-Industry | Permissionless (Public Blockchain) |
|---|---|---|---|---|
| การเป็นสมาชิก (Membership) | Static | Static | Semi-Static | Fluid |
| ความรับผิดชอบ (Accountability), สถานะทางกฎหมาย (Legal Standing) | ผู้รับผิดชอบตามกฎหมาย | ผู้ที่รับผิดชอบตามกฎหมายและอาจได้รับการควบคุม | ผู้ที่รับผิดชอบตามกฎหมายและอาจได้รับการควบคุม | ผู้ที่รับผิดชอบจำกัด/ไม่มีกฎหมายรับรองและผู้ใช้ไม่ได้รับการควบคุม |
| รูปแบบการนำไปใช้ (Deployment Style) | อาจแก้ไขได้ | กึ่งสามารถแก้ไขได้ | กึ่งสามารถแก้ไขได้ | ส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ไขได้ |
| รูปแบบการบันทึกความไม่เปลี่ยนแปลง (Record Immutability) | อาจแก้ไขได้ | กึ่งสามารถแก้ไขได้ | กึ่งสามารถแก้ไขได้ | ส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ไขได้ |
| Consensus Mechanism | Proof of Stake, Federated Byzantine Fault Tolerance Agreement, Proof of Authority, Proof of Identity | Proof of Stake, Practical Byzantine Fault Tolerance, Deposit-Based, Federated Byzantine Agreement | Proof of Stake, Practical Byzantine Fault Tolerance, Deposit-Based, Federated Byzantine Agreement | Proof of Work |
| | (Ethereum Kovan Testnet, POA Chain, R3 (Banks), EWF (Energy), B3i (Insurance), Corda) | | | (Bitcoin, Ethereum, etc..) |

| คุณลักษณะ (Characteristic) | Private Permissioned (Private Blockchain) | Public Permissioned: Single Industry | Public Permissioned: Multi-Industry | Permissionless (Public Blockchain) |
|---|---|---|---|---|
| ข้อดี (Advantages) | 1. การรับรองความถูกต้องและการรักษาความปลอดภัยด้วยสิทธิของผู้ใช้ที่ไว้วางใจได้อย่างน่าเชื่อถือ<br>2. การปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของโปรโตคอลและเครือข่ายได้<br>3. ค่าใช้จ่ายในการจัดการระบบเครือข่ายและการจัดการใช้งานร่วมกัน<br>4. การกำกับดูแลและการบังคับใช้นโยบาย<br>5. การกำกับดูแลกฎระเบียบ<br>6. การพัฒนามาตรฐานและการควบคุม<br>7. ความสามารถในการทำงานที่รวดเร็วขึ้น<br>8. การปกป้องข้อมูล สินค้า บริการ หรือกลยุทธ์ทางธุรกิจ ให้มีเสถียรภาพมั่นคงและปลอดภัย | | | 1. ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นข้อมูลสาธารณะ<br>2. ความสามารถในการป้องกันการถูกโจมตี<br>3. ไม่มีศูนย์กลางในการควบคุม (No Centralized)<br>4. ไม่มีการแยกผู้ใช้ออกจากนักพัฒนา Application<br>5. การเติบโตของระบบนิเวศผ่านทางเครือข่าย<br>6. โอเพ่นซอร์ส (Opensource)<br>7. การมีนักพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกันพัฒนา |

| คุณลักษณะ (Characteristic) | Private Permissioned (Private Blockchain) | Public Permissioned: Single Industry | Public Permissioned: Multi-Industry | Permissionless (Public Blockchain) |
|---|---|---|---|---|
| ข้อเสีย (Disadvantages) | 1. จุดเดียวของความล้มเหลว (Single Point of Failure)<br>2. อาจไม่สามารถเปิดแหล่งที่มาได้<br>3. การเสริมสร้างรูปแบบธุรกิจและชุดกระบวนการที่มีอยู่<br>4. การที่ต้องดูแลระบบและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ<br>5. ผู้จัดหาเป็นศูนย์ข้อมูลกลาง (ในกรณีผู้ซื้อหรือลูกค้าเป็นศูนย์กลาง)<br>6. การจัดหาทรัพยากรบุคคลสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีอยู่จำกัด<br>7. การใช้งานต้องมีมติหรือข้อตกลงเป็นเอกฉันท์ขององค์กร | | | 1. ปัญหาความสามารถในการรองรับการปรับขยายขนาดธุรกรรมทำให้เกิดความล่าช้าในการทำธุรกรรม<br>2. การกำกับดูแลที่ซับซ้อน<br>3. การมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องที่ไม่น่าเชื่อถือ<br>4. ศักยภาพในการตรวจสอบธุรกรรม (Minner)<br>5. ศักยภาพบางประการที่อาจผิดกฎหมาย<br>6. สิ่งจูงใจทางการเงินที่ต้องใช้เพื่อรักษาเครือข่าย |

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Zheng, Xie, Dai, & Wang, 2016)

# คุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญของเทคโนโลยี Blockchain

การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Block โดยเชื่อมต่อแต่ละ Block ด้วย Hash Function และกระจายให้ทุก ๆ Node เก็บ ทำให้เกิดคุณสมบัติที่สำคัญของ Blockchain 3 ประการ คือ ความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล (Data Integrity) ความโปร่งใสในการเข้าถึงข้อมูล (Data Transparency) และความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่องของระบบ (Availability) (Serrano, 2017)

## ความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล (Data Integrity)

เนื่องจากการเชื่อมโยง Block ปัจจุบันและ Block ก่อนหน้าด้วย Hash Function และทำการกระจายให้ทุก Node เก็บ ทำให้ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงใน Blockchain แล้วไม่สามารถแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ (Immutability) ดังนั้นหากมีความพยายามในการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ถูกบันทึกลงใน Block แล้วจะทำให้ทราบได้ทันทีเนื่องจากข้อมูลใน Node ดังกล่าวจะมีข้อมูลที่ต่างออกไปจาก Node อื่น ๆ ในระบบ และไม่สามารถสร้าง Consensus กับ Node อื่นได้ ทำให้ถูกแยกออกจาก Chain หลักไปในที่สุด

## ความโปร่งใสในการเข้าถึงข้อมูล (Data Transparency)

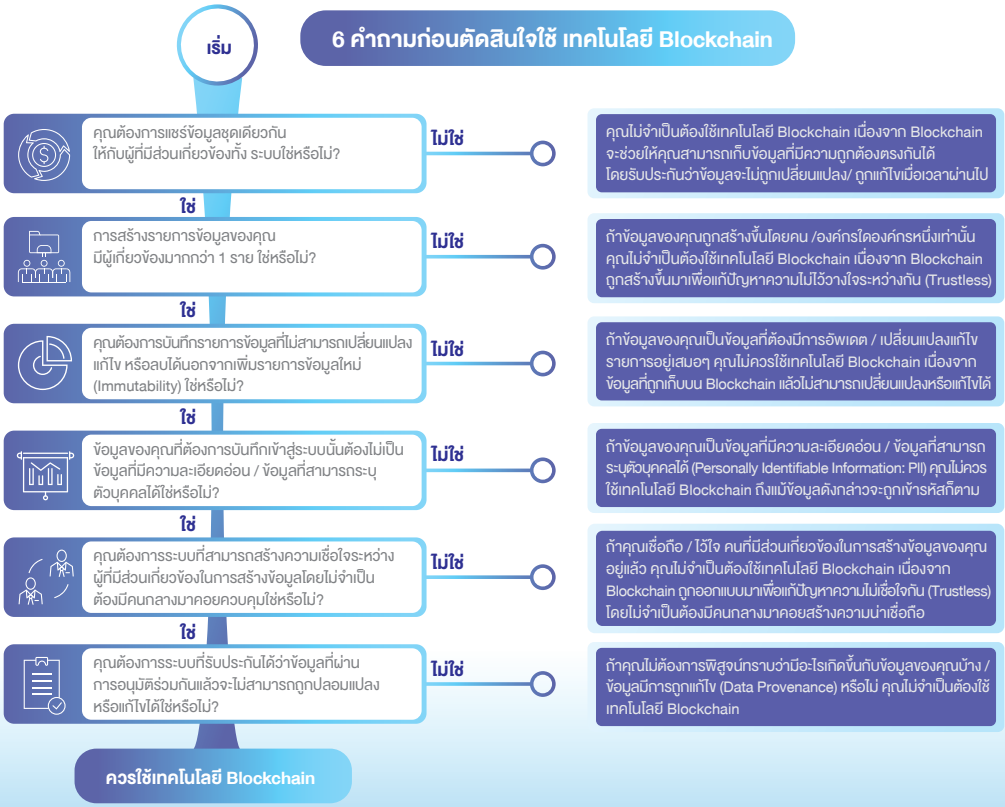
เนื่องจากทุก Node ในระบบ Blockchain จะเก็บข้อมูลเดียวกันทั้งหมด โดยไม่มี Node ใด Node หนึ่งเป็นตัวกลางที่มีอำนาจแต่เพียงผู้เดียวในการเก็บข้อมูล ดังนั้นการเข้าถึงข้อมูลใด ๆ จึงทำได้จาก Node ตัวเองทันที โดยไม่จำเป็นต้องร้องขอข้อมูลจากตัวกลาง จึงเรียกว่าเป็นระบบที่มีความโปร่งใสในการเข้าถึงข้อมูลสูงมาก

## ความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่องของระบบ (Availability)

เนื่องจากทุก Node ในระบบ Blockchain จะเก็บข้อมูลเดียวกันทั้งหมด จึงสามารถทำงานทดแทนกันได้เมื่อมี Node ที่ไม่สามารถให้บริการได้ในขณะนั้น โดยระบบจะทำการคัดลอกสำเนาข้อมูลให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกันเมื่อ Node กลับขึ้นมาให้บริการได้อีกครั้ง

# เกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี Blockchain

เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความจำเป็นในมิติต่าง ๆ ตามข้อคำถามทั้ง 6 คำถาม สำหรับใช้ในการตัดสินใจเพื่อให้องค์กรสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี Blockchain ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อแก้ปัญหาการทำงานในอดีตและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการวางแผนการทำงานในอนาคตได้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 11



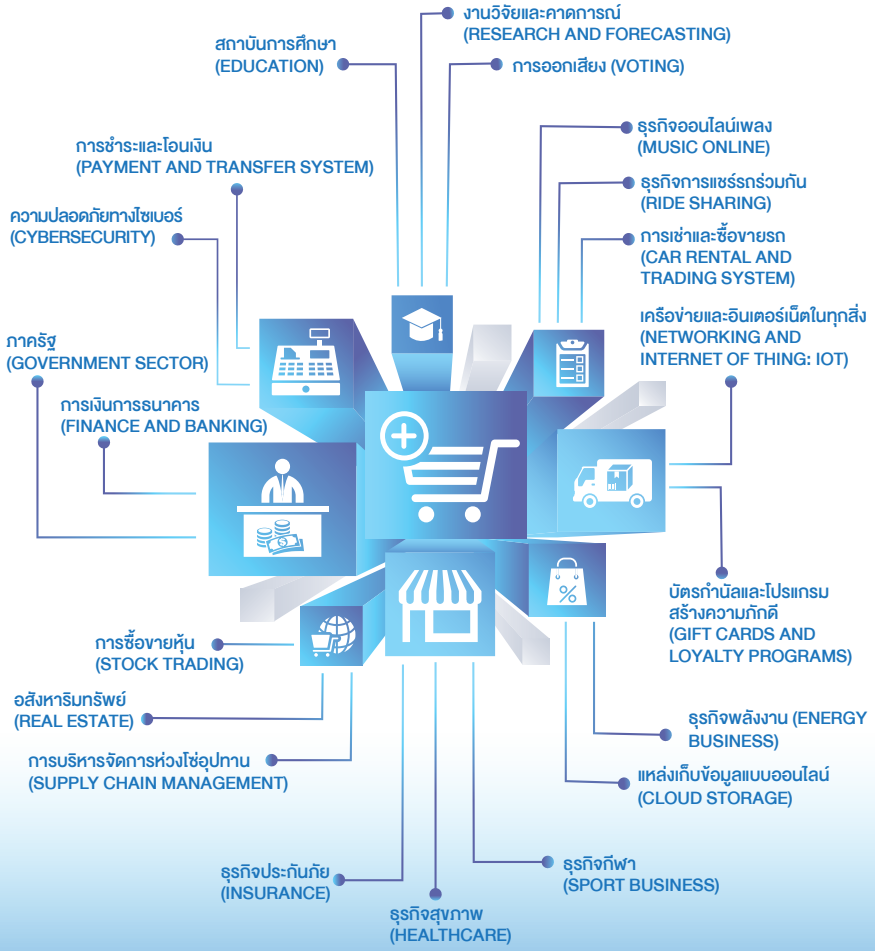

**รูปภาพที่ 11:** กระบวนการตัดสินใจก่อนการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งาน

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Yaga, Mell, Roby, & Scarfone, 2018a)

# รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain

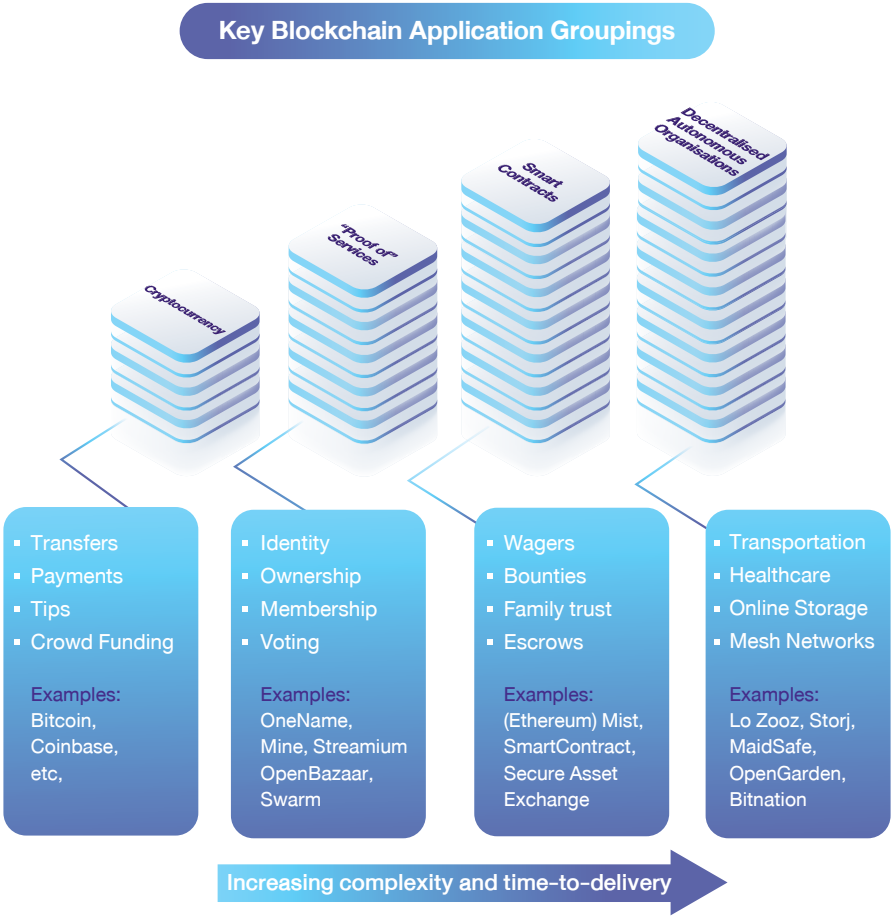
ในปัจจุบันเทคโนโลยี Blockchain ถือได้ว่าอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการนำไปใช้งาน โดยอ้างอิงข้อมูลจาก World Economic Forum Survey (2015) พบว่ามูลค่ารวมของธุรกรรมที่มีการใช้งานอยู่บนเทคโนโลยี Blockchain รวมไปถึง Bitcoin นั้นยังมีปริมาณค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับ GDP ของโลก โดยมีปริมาณเพียง 0.025% หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณสองหมื่นล้านเหรียญสหรัฐนั่นเอง (Global GDP มีมูลค่า 80 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ) แต่จากรายงาน ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain มีแนวโน้มจะเป็นไปอย่างก้าวกระโดดภายใน 10 ปีนี้ เนื่องจากภาคธุรกิจต่าง ๆ ได้เห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของการนำเทคโนโลยี Blockchain ไปใช้งาน โดยในปี 2015 มีตัวเลขการลงทุนในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Blockchain สูงถึง 474 ล้านดอลลาร์สหรัฐซึ่งโตขึ้น

ถึง 59% จากปีก่อนหน้านี้ โดยในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งานกันอย่างกว้างขวางมากขึ้นไม่จำเพาะแค่เพียงภาคการเงินและการธนาคารเท่านั้น ดังแสดงในรูปภาพที่ 12 ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจ Supply Chain ธุรกิจประกันภัย ธุรกิจเกี่ยวกับสุขภาพสถาบันการศึกษา หรือแม้แต่ธุรกิจเพลงออนไลน์ รวมไปถึงภาครัฐก็ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำเทคโนโลยี Blockchain ไปใช้ในการบริหารงานภาครัฐกันมากขึ้นเช่นกัน




**รูปภาพที่ 12:** การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain ในภาคส่วนต่าง ๆ

ดังนั้นจากข้อมูลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain ในภาคส่วนต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้สามารถจัดกลุ่มการพัฒนา Application ที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยี Blockchain ได้เป็น 4 กลุ่มดังแสดงในรูปภาพที่ 13




**รูปภาพที่ 13:** การจำแนกกลุ่ม Blockchain Application

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Umeh, 2016)

## เงินดิจิทัล (Cryptocurrency)

สกุลเงินดิจิทัลซึ่งมีมูลค่าเหมือนกับธนบัตรในสกุลเงินประเทศต่าง ๆ และถูกใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนแบบดิจิทัล โดยการแลกเปลี่ยนรูปแบบดิจิทัลได้เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 2009 ซึ่ง Blockchain Application ในกลุ่มเงินดิจิทัลได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในธุรกิจการให้บริการทางการเงินทั้งการโอนและการจ่ายเงิน ยกตัวอย่างเช่น Bitcoin และ Ripple

## บริการพิสูจน์ทราบ (Proof of Services)

การบริการพิสูจน์ทราบ คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain ในการบรรจุข้อมูลแบบอัตโนมัติ ยกตัวอย่างเช่น การเก็บข้อมูลเอกลักษณ์ (Identity) กรรมสิทธิ์ (Ownership) และสมาชิกภาพ (Membership) ซึ่งส่วนใหญ่ Application ดังกล่าวมักจะถูกนำไปประยุกต์ใช้โดยหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการบริการประชาชน ยกตัวอย่างเช่น MIT Digital Currency Initiative ได้ร่วมมือกับหลายภาคส่วนรวมไปถึงภาครัฐเพื่อสร้างโครงการนำร่องเกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain ในการออกใบสูติบัตร ใบมรณะบัตร ใบอนุญาตประกอบธุรกิจ ชื่อสถานประกอบการ รวมไปถึงวุฒิการศึกษา ซึ่งในหลาย ๆ โครงการได้มีการพัฒนาจนเป็นรูปธรรม และได้มีการนำไปใช้จริงแล้ว ยกตัวอย่างเช่น บริการยืนยันเอกลักษณ์ (Identity Based Service) โดย BitNation มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระจายการอำนาจการกำกับดูแลในระดับโลก ได้ทำการพัฒนา A World Citizenship ID บน Blockchain Protocol (Umeh, 2016)

นอกจากนี้ยังมี Proof of Service อีกประเภทหนึ่งหรือที่รู้จักกันในชื่อ Proof of Existence คือการพิสูจน์การมีอยู่จริงของเอกสารต่าง ๆ โดยหลักการคือ การเก็บข้อมูลโดยสรุปของเอกสารที่สามารถยืนยันการมีอยู่จริงของข้อมูลภายในเอกสารต้นฉบับได้ หรือที่เรียกว่า Cryptographic Digest รวมไปถึงเวลาที่จัดส่งเอกสารไปยังผู้รับซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บลงใน Blockchain ดังนั้นผู้ใช้งานมั่นใจได้ว่าเอกสารที่ได้รับนั้นเป็นเอกสารที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ อีกทั้งไม่จำเป็นต้องกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวเนื่องจากข้อมูลที่ถูกจัดเก็บลงใน Blockchain เป็นเพียงข้อมูลโดยสรุปของเอกสารที่สามารถยืนยันการมีอยู่จริงของข้อมูลภายในเอกสารต้นฉบับได้ และเวลาที่จัดส่งเอกสารไปยังผู้รับเท่านั้นไม่ใช่เอกสารต้นฉบับ

## สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract)

สัญญาอัจฉริยะ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถดำเนินการตามข้อตกลงโดยอัตโนมัติทันทีที่เกิดเหตุการณ์ตามเงื่อนไขในสัญญาซึ่งได้มีการระบุถึงเงื่อนไข หรือเหตุการณ์ดังกล่าวไว้ล่วงหน้าแล้ว โดยไม่ต้องมีคนกลาง นั่นคือหลักการสำคัญของสัญญาอัจฉริยะ ซึ่งได้ถูกคิดค้นขึ้นในปี 1994 โดย Nick Szabo (Crosby, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016) ยกตัวอย่างเช่น การโอนเงินจ่ายค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์อัตโนมัติ ทันทีที่จำนวนผู้ใช้ถึงระดับที่ตกลงกับเจ้าของลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ไว้ล่วงหน้า การโอนเงินจ่ายค่าโฆษณาบนเว็บไซต์โดยอัตโนมัติ ทันทีที่จำนวนคนดูถึงระดับที่ตกลงกับเจ้าของเว็บไว้ล่วงหน้า การโอนคูปองส่วนลดราคาสินค้ามาให้ลูกค้าอัตโนมัติ ทันทีที่ถึงวันที่ใช้คูปองนั้นได้ หรือแม้แต่การโอนเงินจ่ายค่าบทความ ทันทีและทุกครั้งที่จำนวนผู้อ่านบทความถึงระดับที่ตกลงกับนักเขียนไว้ล่วงหน้า ตราบใดที่คู่สัญญาทุกฝ่ายตกลงกันได้ เมื่อนั้นสัญญาอัจฉริยะ หรือ Smart Contract ก็จะถูกโปรแกรมและบริหารจัดการอัตโนมัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเทคโนโลยี Blockchain ซึ่งในปัจจุบันบริษัท Ethereum และ Codius ได้เปิดใช้งาน Smart Contract บนพื้นฐานของเทคโนโลยี Blockchain โดย The Ethereum Project เป็นหนึ่งตัวอย่างของการทำ Smart Contract เต็มรูปแบบซึ่งอยู่ในรูปแบบของ Public Blockchain ส่วนตัวอย่างอื่น ๆ นั้นเป็นการทำ Smart Contract ในรูปแบบของ Private หรือ Permissioned Blockchain ซึ่งจะทำการติดต่อเฉพาะ Node ที่รู้จักและเชื่อถือได้เท่านั้น เพื่อเพิ่มความปลอดภัย การนำสัญญาอัจฉริยะ หรือ Smart Contract มาใช้งานนั้นสามารถช่วยแก้ปัญหาความไม่ไว้วางใจกันระหว่างคู่สัญญา การฉ้อโกง และการบิดเบือนสัญญา อีกทั้งยังสามารถช่วยแก้ปัญหาการตีความเนื้อหาในสัญญา ซึ่งมักจะเป็นข้อพิพาทระหว่างคู่สัญญาเสมอ ๆ เนื่องจากคู่สัญญาทั้งสองฝ่ายต่างตีความสัญญาคนละแบบ

ทั้งนี้ในการประยุกต์ใช้งาน Smart Contract ร่วมกับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องทราบจุดเด่น และข้อจำกัดของ Smart Contract ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำ Smart Contract ไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยจุดเด่นของ Smart Contract ประกอบไปด้วย

- **ความปลอดภัย (Security)** เนื่องจาก Smart Contract ที่ถูกพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain นั้นจะถูกกระจายไปยังสมาชิกอื่น ๆ ที่อยู่ในเครือข่าย จึงมั่นใจได้ว่า Smart Contract ดังกล่าวจะไม่สูญหายหรือถูกเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานโดยไม่ได้รับอนุญาต

- **ความเป็นอัตโนมัติ (Automation)** เนื่องจาก Smart Contract จะดำเนินการตามข้อตกลงโดยอัตโนมัติทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามเงื่อนไขในสัญญา ซึ่งได้มีการระบุไว้ล่วงหน้าแล้ว โดยไม่ต้องมีคนกลางมาเกี่ยวข้อง

- **ความเป็นมาตรฐาน (Standardization)** เนื่องจาก การนำ Smart Contract มาใช้งานในระบบใด ๆ นั้น หมายความว่าระบบนั้นจะต้องทำงานภายใต้เงื่อนไข หรือข้อตกลงต่างที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งระบบตามที่ได้กำหนดไว้ใน Smart Contract

ดังนั้นจากจุดเด่นของ Smart Contract ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นลักษณะงานที่เหมาะสมสำหรับการนำ Smart Contract ไปประยุกต์ใช้ ประกอบไปด้วย

- งานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่ต้องการให้แก้ไขได้ หรือสามารเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมได้จากผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น การเก็บข้อมูลสำหรับใช้ยืนยันบุคคล การเก็บข้อมูลสินทรัพย์ที่มีมูลค่าต่าง ๆ

- งานที่ต้องการให้ธุรกรรมสามารถดำเนินการได้อย่างอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยปราศจากตัวกลางในการควบคุม หรือกำหนดการตัดสินใจ ยกตัวอย่างเช่น งานเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนสินทรัพย์

- งานที่จำเป็นต้องเก็บประวัติการทำธุรกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการสืบข้อมูลย้อนกลับ หรือตรวจสอบความถูกต้อง ยกตัวอย่างเช่น งานเก็บประวัติการรักษาทางการแพทย์ งานเก็บประวัติข้อมูลการถ่ายโอนสินทรัพย์ที่มีมูลค่า

- งานที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายกรณีมีตัวกลางร่วมในการบริหารจัดการระบบ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลายหน่วยงานที่มีการใช้บุคลากร หรือสาขาของสำนักงานในการดำเนินงานเป็นจำนวนมาก

ถึงแม้ Smart Contract จะมีจุดเด่นและความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในงานประเภทต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่อย่างไรก็ดีหากมีการนำ Smart Contract ไปใช้งานก็ยังจำเป็นที่จะต้องพิจารณาข้อจำกัดดังต่อไปนี้ร่วมด้วย

- ความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) เนื่องจากการสร้าง Smart Contract คือ การเขียนโปรแกรม และกำหนดขั้นตอนการทำงาน ดังนั้นหากมีการทดสอบไม่เพียงพอ Smart Contract ที่สร้างขึ้นสามารถทำงานผิดพลาดได้ โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจสร้างความเสียหายและส่งผลกระทบในวงกว้าง

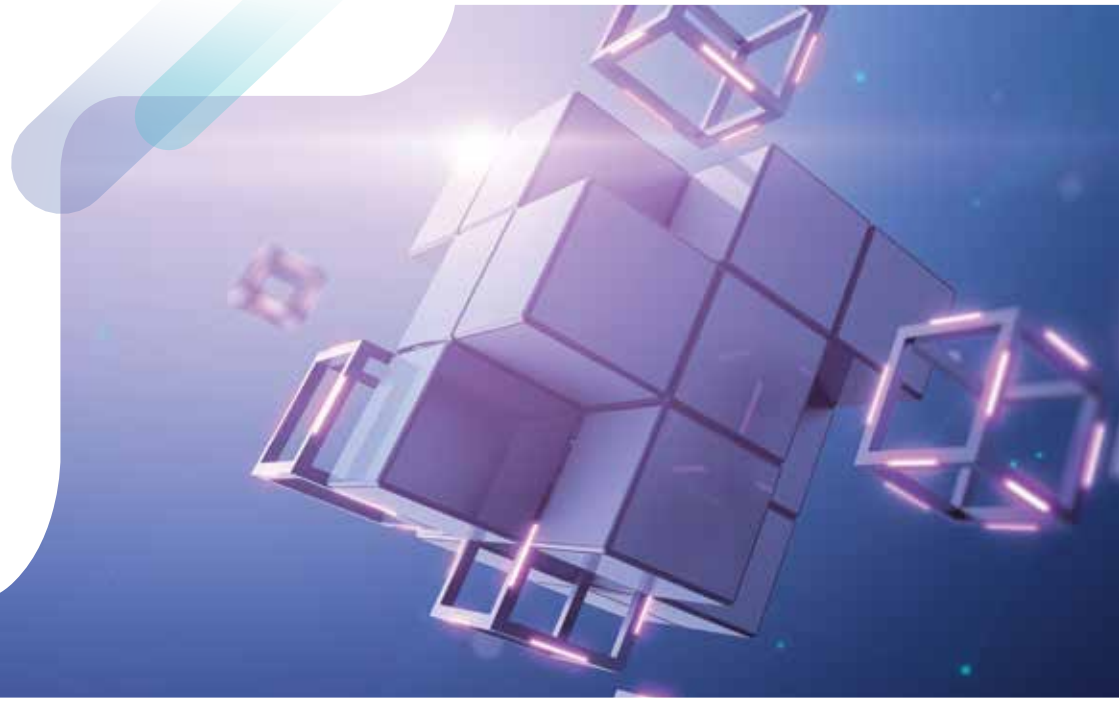
- ความยากต่อการเปลี่ยนแปลง (Immutable) หรือปรับปรุงเวอร์ชันของ Smart Contract เนื่องจาก Smart Contract และข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ทำการลงทะเบียน และมีการเชื่อมต่อกับระบบที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลง Smart Contract ส่งผลให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อกับระบบที่เกี่ยวข้องใหม่ทั้งหมด

- ความเชื่อมั่น (Confidence) เนื่องจากในปัจจุบันยังขาดการรับรองด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการธุรกรรมผ่าน Smart Contract

- ค่าใช้จ่าย (Cost) เนื่องจากการพัฒนา Smart Contract และส่วนเชื่อมต่อกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีประสบการณ์สูงในการดำเนินการดังกล่าว ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสำหรับกระบวนการดังกล่าวสูงขึ้นตามไปด้วย

## ระบบ/บริการอัตโนมัติ (Decentralized Autonomous Systems/Services)

ระบบ/บริการอัตโนมัติ ถูกมองว่าเป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดสำหรับการพัฒนา Application บนเทคโนโลยี Blockchain คือ การทำให้คอมพิวเตอร์สามารถคุยกันเองเพื่อบริหารกิจการได้เองแบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจของมนุษย์ หรือไม่ต้องมีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง ที่เรียกว่า **“องค์กรอัตโนมัติกระจายศูนย์ (Decentralized Autonomous Organization: DAO) โดยการแปลงสัญญาและข้อตกลงทั้งหมดขององค์กรหรืออะไรก็ตามให้อยู่ในรูปแบบของ “สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts)”** แต่อย่างไรก็ดี สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts) ก็เป็นเพียงแค่ชุดคำสั่งทางคอมพิวเตอร์เท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติไม่ได้มีศักยภาพใด ๆ ที่จะทำหน้าที่ในการผลิตสินค้า เขียนโค้ด หรือกวาดถนน ดังนั้นการที่องค์กรอัตโนมัติกระจายศูนย์ (Decentralized Autonomous Organization: DAO) จะเกิดผลสัมฤทธิ์ในเชิงปฏิบัติได้นั้น



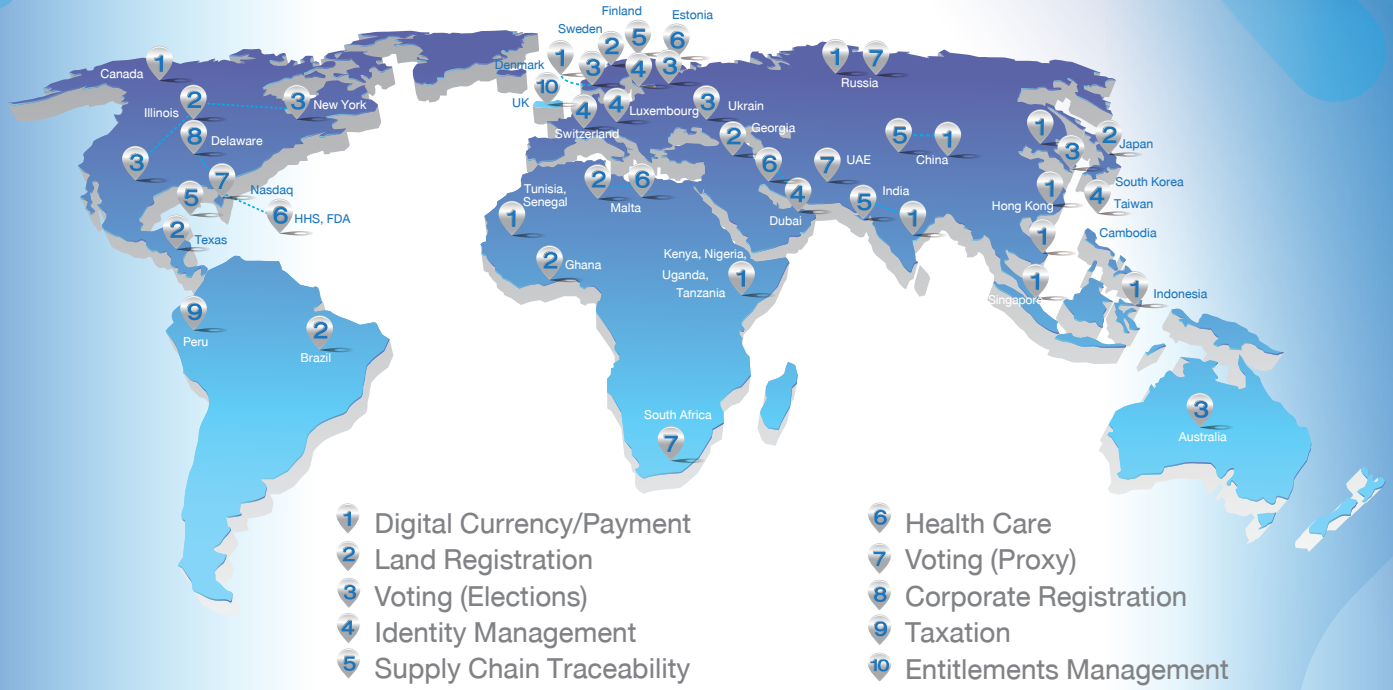
จึงจำเป็นต้องมี “ผู้รับเหมา (Contractor)” โดย DAO จะเปิดให้ใครก็ได้ส่ง “ข้อเสนอ” (Proposal) ที่จะพัฒนา/ผลิตสินค้าหรือบริการเข้ามา ข้อเสนอเหล่านี้ต้องอยู่ในรูปของสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) แนบด้วยข้อเสนอในรูปภาษาธรรมดา จากนั้นข้อเสนอต่าง ๆ จะถูกตรวจสอบว่าขัดแย้งกับผลประโยชน์ของ DAO หรือไม่ และมีคุณสมบัติครบตามที่ DAO ระบุหรือไม่ จากนั้นข้อเสนอของผู้รับเหมาที่ผ่านการพิจารณาจะถูกเติมเข้าไปในรายชื่อบัญชีที่มีสิทธิได้รับเงินจาก DAO ทั้งนี้องค์กรอัตโนมัติกระจายศูนย์ (Decentralized Autonomous Organization: DAO) เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะเมื่อเป็นการพัฒนาควบคู่กันไประหว่างเทคโนโลยี Blockchain และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) (สฤณี อาชวานันทกุล (2016))

# 02

# การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ กรณีศึกษาต่างประเทศ

# การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ กรณีศึกษาต่างประเทศ

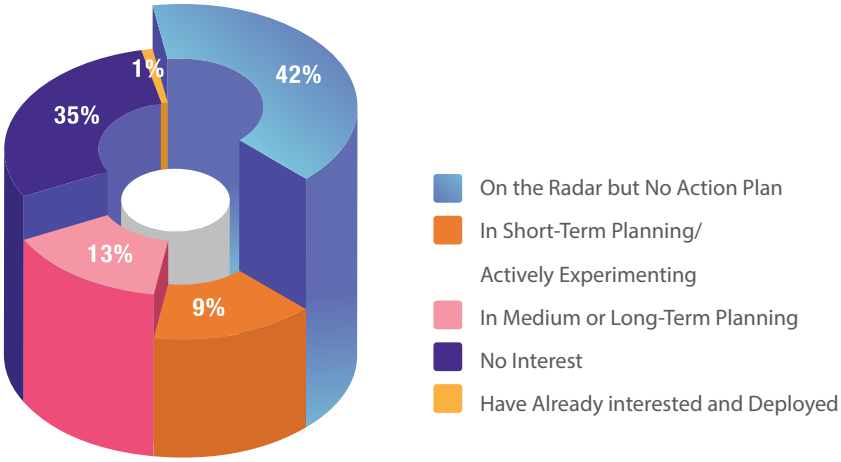
ปัจจุบันการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมาก โดยพบว่ามีมากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก ยกตัวอย่างเช่น เอสโตเนีย แคนาดา อังกฤษ บราซิล จีน และอินเดีย เริ่มมีการศึกษา ทดลอง รวมไปถึงการพัฒนา จนนำไปสู่การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการภาครัฐอย่างเป็นรูปธรรมดังแสดงในรูปภาพที่ 14 (โดยรายละเอียดการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐแยกตามประเทศ ดังปรากฏในเอกสารแนบท้ายที่ 1)




**รูปภาพที่ 14:** การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐของประเทศต่าง ๆ

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Deloitte, 2018)

ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานผลการสำรวจความคิดเห็นของ CIO ส่วนใหญ่ ดังแสดงในรูปภาพที่ 15 พบว่าความเห็นของ CIO ส่วนใหญ่ตระหนักและให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐเป็นอย่างมาก โดยพบว่า 22% ของหน่วยงานภาครัฐได้มีการวางแผนทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งาน รวมถึงมีความสนใจในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งาน และอยู่ระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้สูงถึง 42%




**รูปภาพที่ 15:** ผลการสำรวจความคาดหวังในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในภาครัฐ

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Holgate, 2018)

ทั้งนี้วัตถุประสงค์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการภาครัฐในต่างประเทศเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

# วัตถุประสงค์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการภาครัฐ

1

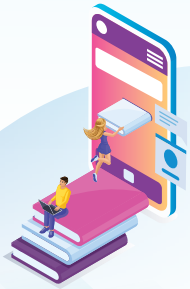
## การให้ความช่วยเหลือและการบริการประชาชน
## Social Welfare

ในการเข้าถึงสวัสดิการ และบริการต่าง ๆ ของภาครัฐ ด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพระบบการลงทะเบียน (Registration System) เพื่อแจกจ่ายสวัสดิการภาครัฐให้กับประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการทำงานร่วมกับระบบพิสูจน์ตัวตน (Identity Management) บนเทคโนโลยี Blockchain สามารถช่วยลดขั้นตอน และการใช้สำเนาเอกสารในการพิสูจน์ตัวตนได้ ทำให้ประชาชนได้รับความสะดวกและรวดเร็วในการได้รับบริการ ยกตัวอย่างเช่น ประเทศอังกฤษได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจ่ายเงินสวัสดิการภาครัฐต่าง ๆ โดยประชาชนจะได้รับเงินโดยตรงผ่านทาง Digital Wallet ของพวกเขา ซึ่งช่วยลดค่าธรรมเนียมธนาคาร และลดโอกาสในการทุจริตจากหน่วยงานท้องถิ่นลงได้ ทำให้เกิดความโปร่งใส และสามารถตรวจสอบการใช้จ่ายเงินของภาครัฐได้

## 2 การเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารงานภาครัฐ
### e-Government

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการบริหารงานภาครัฐ หรือที่รู้จักกันในชื่อระบบ e-Government ซึ่งเป็นแนวคิดที่รัฐบาลทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญอยู่ในขณะนี้ สามารถช่วยให้เกิดการพัฒนารัฐบาลดิจิทัลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไปในอนาคต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งภาครัฐ และภาคประชาสังคม ในการช่วยลดต้นทุน ความยุ่งยากซับซ้อน และช่วยอำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในการเข้าถึงบริการภาครัฐ อีกทั้งยังทำให้เกิดกระบวนการที่น่าเชื่อถือสำหรับการแบ่งปันข้อมูลภาครัฐ รวมถึงการพัฒนากระบวนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลภาครัฐ ทำให้เกิดความโปร่งใสตรวจสอบได้ ลดการทุจริตคอร์รัปชัน

ยกตัวอย่างเช่น ประเทศเอสโตเนีย ซึ่งได้ชื่อว่ามีระบบ e-Government ที่ดีที่สุดในโลก อีกทั้งยังเป็นประเทศแรก ๆ ที่ได้นำเทคโนโลยี Blockchain และบริการดิจิทัลมาใช้ในการบริหารประเทศแบบเต็มตัว เพื่อนำประเทศไปสู่สังคมดิจิทัล โดยการบริการภาครัฐเกือบทุกประเภทอยู่บนระบบออนไลน์ที่มีชื่อว่า e-Estonia ซึ่งประกอบไปด้วย e-Service ต่าง ๆ มากมาย เช่น e-Residency, e-Court, Electronic Land Register, Electronic Health Care Record และ i-Voting ประเทศเอสโตเนียมีการลงทุนด้านระบบ e-Government มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 โดยเริ่มจากระบบภาษีออนไลน์ (e-Tax Board) และระบบบริการจอดรถผ่านออนไลน์ (e-Parking) จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2001 เริ่มทำโครงการ X-Road หรือทางเชื่อมข้อมูลภาครัฐ โดยทำการเชื่อมข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศเอสโตเนียเข้าด้วยกัน และพัฒนาระบบดังกล่าวเรื่อยมาจน X-Road กลายเป็นกระดูกสันหลังสำคัญของงานบริการภาครัฐของประเทศเอสโตเนีย



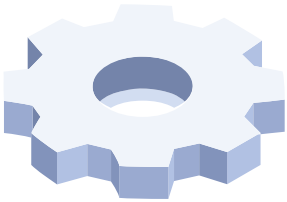
## 3 การสร้างความโปร่งใส
## Transparency

ในยุคปัจจุบันรัฐบาลของหลายประเทศทั่วโลกกำลังก้าวเข้าสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล โดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการบริหารประเทศกันมากขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนำมาซึ่งความคาดหวังจากประชาชนที่ต้องการได้รับการบริการที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องของความสะดวกรวดเร็ว รวมถึงความโปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ ดังนั้นนอกจากเทคโนโลยี Blockchain จะสามารถเข้ามาช่วยในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารงานภาครัฐและการให้ความช่วยเหลือและการให้บริการประชาชน ในการเข้าถึงสวัสดิการและบริการของภาครัฐดังได้กล่าวมาแล้วนั้น เทคโนโลยี Blockchain ยังได้ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างความโปร่งใสให้กับการดำเนินงานของภาครัฐอีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ประเทศญี่ปุ่น ได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในกระบวนงานจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐ เพื่อสร้างความปลอดภัยในการแชร์ข้อมูลภาครัฐ รวมถึงเป็นการสร้างความโปร่งใสตรวจสอบการใช้จ่ายเงินภาครัฐได้ (Chase, 2017)

4

# การรักษาความมั่นคง
# National Security

ปัจจุบันภัยคุกคามทางไซเบอร์ ถือได้ว่าเป็นภัยคุกคามในรูปแบบใหม่ที่สร้างผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศ และหนึ่งในเป้าหมายของการถูกโจมตีก็คือระบบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของประเทศ แต่ด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain ที่ยากต่อการถูกโจมตีโดยแฮกเกอร์



จึงทำให้รัฐบาลหลายประเทศสนใจทำการศึกษาการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้เพื่อการรักษาความปลอดภัยระบบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของประเทศ

ยกตัวอย่างเช่น ประเทศอังกฤษได้มีการพัฒนาโครงการ Blockchain-Based Cybersecurity Services for Critical British โดยนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการป้องกันระบบโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของประเทศ เพื่อประโยชน์ในการรักษาความมั่นคงของชาติ สร้างความมั่นคงปลอดภัย และความน่าเชื่อถือให้กับระบบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ รวมถึงระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

# ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐ

ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการจัดเก็บข้อมูลนั้นสามารถสร้าง

1

## ความโปร่งใส
## Transparency

โดยการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชน มีสิทธิเป็นเจ้าของข้อมูลของตนเองอย่างแท้จริง รวมไปถึงโอกาสในการเข้าถึงข้อมูลภาครัฐต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีกฎหมายเสรีภาพด้านข้อมูลข่าวสาร (Freedom of Information Act: FOIA) โดยกำหนดให้หน่วยงานภาครัฐจะต้องเปิดเผยข้อมูลภาครัฐให้กับประชาชนตามที่มีการร้องขอโดยไม่รีรอ รวมไปถึงยุโรปก็มีกฎหมายในทำนองนี้ด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ดี ถึงแม้จะมีกฎหมายดังกล่าว แต่การบังคับใช้กฎหมายก็ยังไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนัก ซึ่งโดยส่วนใหญ่

ข้อมูลที่ถูกร้องขอนั้นยังต้องใช้เจ้าหน้าที่รัฐในการพิจารณาว่าข้อมูลดังกล่าวควรเปิดเผยหรือไม่ รวมถึงการทำให้ข้อมูลดังกล่าวอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการเปิดเผย ดังนั้นเมื่อมีการร้องขอให้เปิดเผยข้อมูลตามกฎหมาย FOIA จึงทำให้เกิดความล่าช้าขึ้น ทั้งนี้การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลภาครัฐได้สามารถทำให้เกิดความโปร่งใส และเป็นการปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วย “เสรีภาพด้านข้อมูลข่าวสาร (FOIA)” โดยมีข้อแม้ว่าการเปิดให้ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลภารัฐได้นั้นจะต้องไม่ละเมิดความเป็นส่วนตัว หรือไม่ละเมิดข้อมูลส่วนบุคคล โดยจะต้องมีการออกแบบระบบที่ดีเพื่อให้มั่นใจว่ามีการปกปิดตัวตน หรือข้อมูลต้องไม่สามารถระบุตัวตนได้ (Anonymous) อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐในการที่จะต้องบันทึก และจัดเก็บข้อมูลหลาย ๆ ครั้งสำหรับแต่ละหน่วยงาน โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถถูกบันทึกอัตโนมัติโดยใช้ฟอร์มที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งแบบฟอร์มดังกล่าวจะต้องมีการปกปิดหรือซ่อนข้อมูลที่มีความอ่อนไหวเอาไว้ ซึ่งในปี ค.ศ.2016 รัฐบาลประเทศอังกฤษ

ได้จัดทำรายงานขึ้นมาฉบับหนึ่งเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับเงินบำนาญ (State Pensions) ข้อมูลความช่วยเหลือจากต่างประเทศ (Foreign Aid) ข้อมูลค่าใช้จ่ายทั่วไปของรัฐบาล (General Government Expenditure) โดยหน่วยงานภาครัฐสามารถเขียนข้อมูลเกี่ยวกับการใช้จ่ายต่าง ๆ ลงบน Ledger และ Ledger ดังกล่าวสามารถถูกกระจายไปยังทุกคนได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความโปร่งใสและความรับผิดชอบเนื่องจากการหลอกลวง หรือการปลอมแปลงใด ๆ จะถูกตรวจสอบโดยประชาชนได้

## 2

## การป้องกันการปลอมแปลง
## Tamper-Proof

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐสามารถช่วยสร้างความมั่นใจ และความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูลหรือเอกสารที่ถูกบันทึกเข้าสู่ระบบ Blockchain แล้วจะไม่สามารถถูกเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ ดังนั้นถึงแม้การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ใน

การจัดเก็บข้อมูลภาครัฐจะสามารถช่วยสร้างความโปร่งใส โดยการเปิดโอกาสให้ประชาชนมีสิทธิเป็นเจ้าของข้อมูลของตนเองอย่างแท้จริง รวมไปถึงโอกาสในการเข้าถึงข้อมูลภาครัฐต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ดีการจะนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐนั้น นอกจากเรื่องของการสร้างความโปร่งใส และความปลอดภัยของข้อมูลแล้ว ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องของต้นทุน รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับการบริหารจัดการ ควบคู่ไปกับเรื่องของความปลอดภัยร่วมด้วยในการตัดสินใจ

# ข้อจำกัดของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐ

ถึงแม้เทคโนโลยี Blockchain จะมีประโยชน์ในเรื่องของความปลอดภัยสูง และยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหากนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ แต่ก็มีข้อควรระวังหากจะนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐดังต่อไปนี้

## 1 สิทธิส่วนบุคคล
## The Right to Privacy

การที่ข้อมูลใด ๆ เมื่อถูกบันทึกเข้าสู่ระบบ Blockchain แล้วจะไม่สามารถลบออกหรือแก้ไขได้ จึงอาจเป็นข้อจำกัดของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งานเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ (Government Record Keeping) ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิทธิในความเป็นส่วนตัว (The Right to Privacy) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ EU ได้มีการออกกฎหมาย The General Data Protection Regulation: GDPR ว่าด้วยเรื่องสิทธิในการเป็นเจ้าของข้อมูล โดยประชาชนมีสิทธิร้องขอให้ลบข้อมูลของตนเองออกจากระบบใด ๆ ได้ (Right to be Forgotten) ดังนั้นการที่ไม่

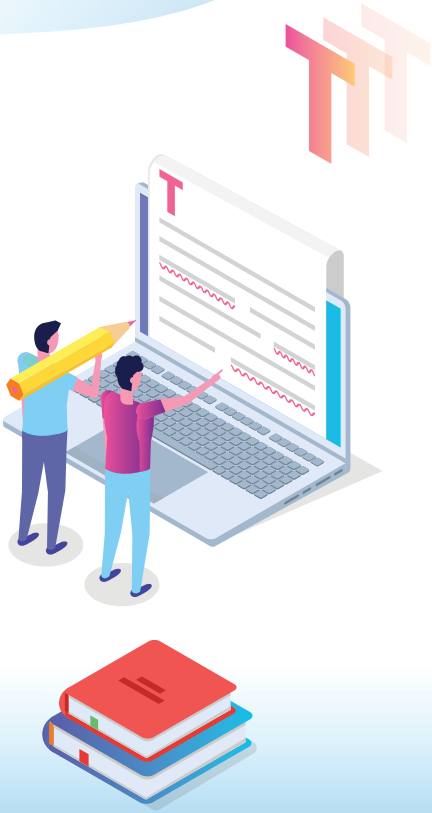
สามารถลบข้อมูลที่ถูกบันทึกเข้าสู่ระบบ Blockchain ไปแล้วนั้น อาจจะเป็นได้ทั้งข้อดีและข้อเสีย โดยข้อดีคือเหมาะแก่การนำเทคโนโลยี Blockchain ไปใช้ในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูล (Record Keeping) สำหรับข้อมูลที่ต้องการความถูกต้องสูง และไม่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไข เช่น ข้อมูลการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง แต่หากนำไปจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคล โดยเฉพาะในยุโรปที่มีการใช้กฎหมาย GDPR ว่าด้วยเรื่องของสิทธิในการร้องขอให้ลบข้อมูลของตนเองออกจากระบบได้ (Right to be Forgotten) จึงอาจเป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อไป

## 2 ลิขสิทธิ์ Copyright

การนำเทคโนโลยี Blockchain ไปใช้ในการจัดเก็บข้อมูลอาจจะมองได้ 2 มุม คือ ในมุมของเจ้าของลิขสิทธิ์ และผู้ละเมิดลิขสิทธิ์ ซึ่งหากมีการเผยแพร่ข้อมูลที่ละเมิดลิขสิทธิ์เข้าสู่ระบบ Blockchain แล้วจะไม่สามารถลบออกจากระบบได้ ดังนั้นจึงต้องมีความระมัดระวังในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่มีลิขสิทธิ์ นอกจากประเด็นดังกล่าวแล้วหากมีการเผยแพร่ข้อมูลที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์เข้าสู่ระบบ Blockchain แล้วจะทำให้เจ้าของลิขสิทธิ์ยากต่อการตรวจสอบผู้กระทำผิด เนื่องจากหลักการปกปิดตัวตน (Anonymous) ยกตัวอย่างเช่น ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา ISP (Internet Service Provider) ส่วนใหญ่ พบกับปัญหาการนำเข้าข้อมูลที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์โดยผู้ใช้งานของตน ดังนั้นจึงได้มีการออกกฎหมายขึ้นมา 2 ฉบับ เพื่อคุ้มครอง ISP ดังนี้

The Digital Millennium Copyright Act (DMCA)

The Online Copyright Infringement Liability Limitation Act



ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนเกี่ยวกับการละเมิดลิขสิทธิ์ โดยกฎหมาย DMCA ได้ปกป้องสิทธิ์ของ ISP และ Webhost ต่าง ๆ ไว้ โดยมีการแจ้งเตือนเกี่ยวกับการละเมิดลิขสิทธิ์ หากมีการตรวจพบ ISP สามารถที่จะลบหรือระงับการเข้าถึงข้อมูล หรือสิ่งอื่นใดที่ได้รับการยืนยันว่ามีการละเมิดลิขสิทธิ์ จึงเป็นประเด็นที่ต้องมีความระมัดระวังในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่มีลิขสิทธิ์ เนื่องจากหากมีการเผยแพร่ข้อมูลที่ละเมิดลิขสิทธิ์เข้าสู่ระบบ Blockchain จะไม่สามารถลบออกจากระบบได้ รวมถึงความยากต่อการตรวจสอบผู้กระทำผิดเนื่องจากหลักการปกปิดตัวตน (Anonymous) หากมีการเผยแพร่ข้อมูลที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์เข้าสู่ระบบ Blockchain

## 3 การเซ็นเซอร์ข้อมูล
## Censorship

ประเด็นเกี่ยวกับการเซ็นเซอร์ข้อมูล โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลเรื่องต่าง ๆ รวมถึงการกระทำผิดกฎหมาย จะทำให้ตรวจสอบได้ยากขึ้นหากข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อหน่วยงานด้านความมั่นคง

จากข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น หน่วยงานภาครัฐของต่างประเทศส่วนใหญ่จึงนำ Private Blockchain มาใช้สำหรับการเก็บข้อมูล (Record Keeping) ของหน่วยงานภาครัฐมากกว่า Public Blockchain อีกทั้งด้วยข้อจำกัดของ Public Blockchain ที่จำเป็นต้องใช้ Node จำนวนมากเพื่อทำหน้าที่เป็น Miner ในการช่วย Validate Transaction จึงทำให้การประมาณการต้นทุนที่แท้จริงในการลงทุนโดยเฉพาะด้าน Hardware นั้นเป็นไปได้ยาก แต่อย่างไรก็ดีค่าใช้จ่ายในการ Maintenance Blockchain โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Public Blockchain เช่น Bitcoin ถือได้ว่ามีต้นทุนสูง เมื่อเทียบกับระบบแบบรวมศูนย์ (Centralized System) ที่ลงทุนเพียงแค่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องแบ็กอัพหรือเครื่องสำรองข้อมูลเท่านั้น แต่ใน Public Blockchain นอกจากเรื่อง Hardware แล้ว ยังจำเป็นต้องมีการให้ผลตอบแทนกับ Miner ในการทำการตรวจสอบ (Validation) เพื่อให้ระบบ Blockchain นั้นสามารถดำเนินการต่อไปได้ อีกทั้งในการดำเนินการของระบบ Blockchain โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Public Blockchain จำเป็นต้องใช้พลังงานอย่างมหาศาลเทียบเท่ากับการใช้พลังงานในเมืองที่มีประชากร 1.5 แสน ถึง 10 ล้านคน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลและกระบวนการในการทำ Consensus รวมถึงการกระจาย Ledger แต่อย่างไรก็ดีหากจะมีการนำ Private Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐนั้น หากสามารถควบคุมขนาดของเครือข่าย Blockchain ไม่ให้ใหญ่เท่า Public Blockchain ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนดังกล่าวลงได้ ถึงกระนั้นต้นทุนของการบริหารจัดการและการลงทุนในเทคโนโลยี Blockchain ก็ยังมีมูลค่าสูงกว่าระบบแบบรวมศูนย์ (Centralized System) ที่ใช้ในปัจจุบันอยู่ดี นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนข้อมูลที่เคยจัดเก็บอยู่บนระบบเดิมขึ้นสู่ระบบ Blockchain ยังต้องมีขนาดที่เพียงพอเพื่อรองรับจำนวนประชากรทั้งหมดได้ ซึ่งอาจจะต้องใช้เงินลงทุน

จำนวนมหาศาล ถึงแม้จะปรับมาใช้ Private Blockchain ที่อาจมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าแล้วก็ตาม

ดังนั้นการจะนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ นอกจากเรื่องของการลงทุนที่สูงแล้ว อาจยังต้องคำนึงถึงประเด็นเกี่ยวกับความยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลเมื่อถูกจัดเก็บเข้าสู่ระบบ Blockchain แล้ว โดยข้อมูลที่เหมาะสมกับการจัดเก็บโดยเทคโนโลยี Blockchain จึงไม่ควรเป็นข้อมูลที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขบ่อย ๆ แต่เหมาะกับข้อมูลที่ต้องการความปลอดภัยสูง ซึ่งหากพิจารณาในแง่ของการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบจัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์ (Centralized Database) อาจมีความสมเหตุสมผลมากกว่าในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐ แต่อย่างไรก็ดี หากพิจารณาในแง่ของความปลอดภัย การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐอาจมีความเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นการจะนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องของต้นทุน รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับการบริหารจัดการ ควบคู่ไปกับเรื่องของความปลอดภัยร่วมด้วยในการตัดสินใจ

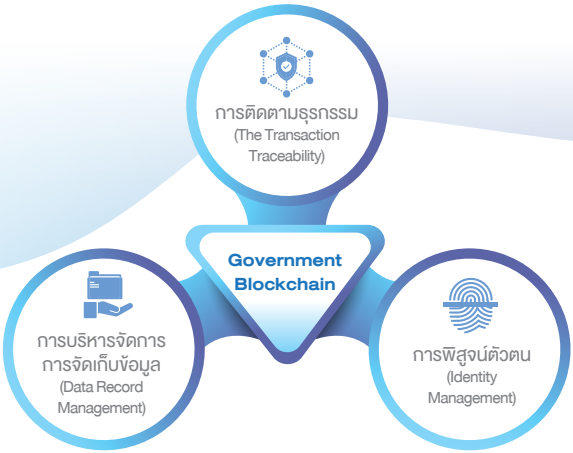
# รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่องานบริการภาครัฐ

แนวคิดของรัฐบาลดิจิทัล คือ การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการภาครัฐ รวมถึงการให้บริการประชาชนที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ดีการดำเนินการดังกล่าวนั้นจะต้องมีความมั่นคงปลอดภัย โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ ด้วยหลักการทำงานแบบ Distributed Ledger Technology และ Cryptography จึงทำให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ได้ถูกจัดเก็บด้วยเทคโนโลยี Blockchain นั้นมีความมั่นคงปลอดภัย ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐของหลาย ๆ ประเทศจึงได้หันมาให้ความสนใจศึกษาถึงหลักการ และแนวทางการประยุกต์ใช้ จนนำไปสู่การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการภาครัฐอย่างเป็นรูปธรรมกันมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2:** ตารางแสดงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐในต่างประเทศ

| Countries / Blockchain Applications | Estonia | United State | China | India | Dubai: United Arab Emirates | Taiwan | Sweden | Australia | Gana | Georgia | Japan | Luxembourg | Malta | Norway | Switzerland | Ukraine | Republic of Georgia | Finland | Singapore | Peru |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Government Data Record Management** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asset Register (Land Registry, Vehicle Registry) | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | |
| e-Voting | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| Medical Record (e-Health) | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | |
| Digital Certificate (Birth Record, Education Certificate) | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Identity Management** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Individual Identity (e-Identity, Citizen I dentification, eID) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | |
| **Transaction Traceability** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Supply Chain for Traceability (Food Safety, Pharmaceutical) | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tax Compliance and Custom for Fraud Traceability | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | ✓ |

จากข้อมูลในตารางที่ 2 เป็นการสรุปตัวอย่างเพียงบางส่วนของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐของประเทศต่าง ๆ ซึ่งเมื่อทำการจัดกลุ่มจะสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกันดังแสดงในรูปภาพที่ 16



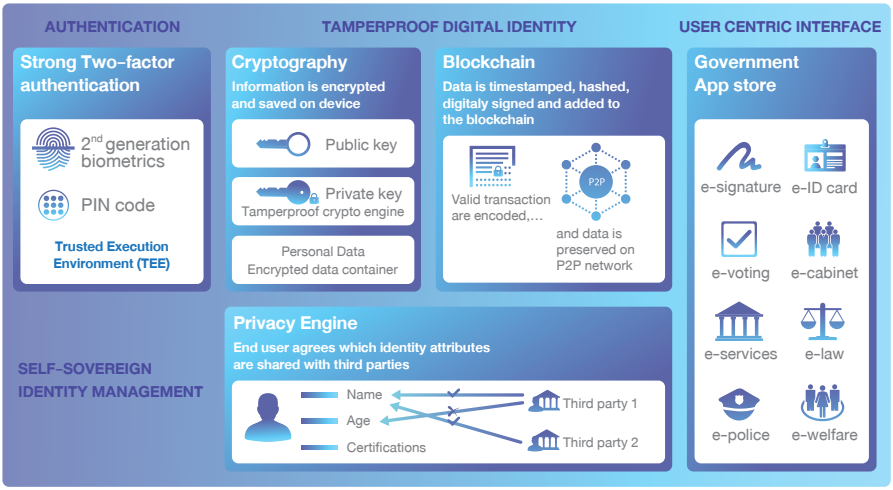

**รูปภาพที่ 16:** การจัดกลุ่มการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับงานบริการภาครัฐ

## การพิสูจน์ตัวตน Identity Management

การยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ตัวตน (Identity Management) นั้นเป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในหลาย ๆ ด้านด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการทำธุรกรรมกับทางธนาคาร การเข้ารับบริการ และสวัสดิการต่าง ๆ ของภาครัฐ รวมไปถึงการดำเนินการทางธุรกิจต่าง ๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องมีความเกี่ยวข้องกับการยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ตัวตนทั้งสิ้น ยิ่งในยุคปัจจุบันที่เป็นยุคของเทคโนโลยีด้วยแล้วนั้น การยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ตัวตนนั้นยิ่งมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น การยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ตัวตนในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็น การใช้รหัสผ่าน (Password-Based Systems) เป็นหลัก อีกทั้งยังเป็นระบบที่ต้องอาศัยคนกลางคอยทำหน้าที่ในการบริหารจัดการ

ข้อมูลดังกล่าว โดยทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ที่ศูนย์กลาง ซึ่งระบบดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการถูกโจมตีเข้าระบบเพื่อจารกรรมข้อมูลส่วนบุคคล (Identity Theft) และนำข้อมูลดังกล่าวไปขายให้กับอาชญากรเพื่อสวมรอยเป็นบุคคลนั้น ๆ หรือนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เพื่อกระทำความผิดอื่นใดได้ แต่ด้วยคุณสมบัติการทำงานของเทคโนโลยี Blockchain ซึ่งเป็นระบบแบบกระจายศูนย์ (Distributed Computing) และมีการจัดเก็บข้อมูลแบบ Shared Database ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่รับประกันความปลอดภัยว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกไปก่อนหน้านั้นไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ โดยทุก ๆ ผู้ใช้งานจะได้เห็นข้อมูลชุดเดียวกันทั้งหมด จึงทำให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบ และบริหารจัดการการยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ อีกทั้งยังมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพอีกด้วย

การทำงานของระบบยืนยันหรือพิสูจน์ตัวตนบนเทคโนโลยี Blockchain ดังแสดงในรูปภาพที่ 17 ใช้หลักการ “Self-Sovereign Identity” คือ การที่ประชาชนหรือองค์กรสามารถที่จะสร้างและจัดเก็บข้อมูลประจำตัวของตนไว้บนอุปกรณ์ของตนเองได้ โดยไม่ต้องมีคนกลางมาทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวอีกต่อไป ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจสอบสำหรับผู้ที่ต้องการใช้ข้อมูลดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถช่วยลดการใช้กระดาษลงได้โดยไม่จำเป็นต้องถ่ายเอกสารหลักฐานสำคัญเพื่อใช้ในการยืนยันตัวบุคคล ยกตัวอย่างเช่น บัตรประชาชน สำเนาทะเบียนบ้าน สูติบัตร หรือเอกสารสำคัญทางราชการอีกต่อไป




**รูปภาพที่ 17:** ระบบยืนยันและพิสูจน์ตัวตนบนเทคโนโลยี Blockchain

**ที่มา:** ปรับปรุงจาก (Parker, 2017)

## กรณีศึกษาที่ 1

## ระบบพิสูจน์และยืนยันตัวตนอิเล็กทรอนิกส์ Citizen Identification รัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา

รัฐอิลลินอยส์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำระบบ Identity Management บนเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการเก็บสูติบัตรของเด็กทารกแรกเกิด (Birth Registration) รวมถึงระบบพิสูจน์และยืนยันตัวตนอิเล็กทรอนิกส์ (Citizen Identification) โดยทางรัฐบาลได้ทำงานร่วมกับบริษัทสตาร์ทอัพ Evernym โดยแพทย์และผู้ปกครองของเด็กทารกเกิดใหม่สามารถลงทะเบียนสูติบัตรบน

ระบบ Blockchain ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลของประชาชนในระยะยาว ทำให้รัฐบาลสามารถที่จะตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดของประชาชน รวมไปถึงข้อมูลทางชีวภาพ (Biometric) อื่น ๆ ได้ เช่น กรุ๊ปเลือด ลายนิ้วมือ เสียง ม่านตา และดีเอ็นเอ โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเข้ารหัสพร้อมทั้งใช้ลายเซ็นดิจิทัล (Digital Signature) เซ็นกำกับและหลังจากนั้นข้อมูลก็จะถูกเก็บไว้ใน Distributed Ledger ที่สามารถเข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบพิสูจน์ตัวตน และป้องกันการโจรกรรมเอกลักษณ์บุคคล (Identity Theft) ได้ โดยโครงการดังกล่าวจะเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลเด็กทารกแรกเกิดและเก็บข้อมูลทั้งหมดของประชาชนในลำดับถัดมา การนำระบบ Identity Management บนเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการเก็บสูติบัตรของเด็กทารกแรกเกิด (Birth Registration) นั้นเป็นเพียงหนึ่งในหลาย ๆ โครงการของรัฐบาลรัฐอิลลินอยส์ที่ต้องการพัฒนาระบบเทคโนโลยี Blockchain เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันของประชาชนให้มากขึ้น

## กรณีศึกษาที่ 2

## ระบบการยืนยันตัวตนผู้ประสบภัย Refugees Identity Management องค์การสหประชาชาติ (The United Nation: UN)

นอกจากนี้ระบบ Identity Management บนเทคโนโลยี Blockchain ยังได้ถูกนำไปใช้เพื่อสนับสนุนภารกิจของ UN ซึ่งเป็นการร่วมมือระหว่างบริษัท Accenture และ Microsoft ในการสร้างระบบการยืนยันตัวตนโดยใช้วิธีตรวจสอบข้อมูลทางชีวภาพ (Biometric) ผ่านลายนิ้วมือและม่านตา โดย UN ได้เริ่มใช้งานระบบดังกับผู้อพยพในเอเชีย 29 ประเทศจำนวน 1.3 ล้านคน และจะขยายเป็น 7 ล้านคนในปี ค.ศ. 2020 รวมไปถึงโครงการอาหารโลก (World Food Program: WFP) แห่งสหประชาชาติยังได้นำระบบ Identity Management บนเทคโนโลยี Blockchain ไปใช้ในการยืนยันตัวตนของผู้อพยพ หรือผู้ประสบภัยเพื่อรับคูปองแทนเงินสดสำหรับช่วยเหลือผู้อพยพ หรือประสบภัย โดยผู้รับคูปองสามารถที่จะสแกนม่านตาของผู้ใช้คูปองทำให้ทางเจ้าของร้านที่เข้าร่วมรายการสามารถแจกจ่ายอาหารให้กับทางผู้อพยพ ทั้งนี้การยกเลิกเงินสดแล้ว

หันมาใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในการเยียวยาผู้อพยพหรือผู้ประสบภัยนั้น จะช่วยอุดรอยรั่วทางด้านการแจกจ่ายอาหาร และทำให้อาหารเหล่านั้นถึงมือผู้ประสบภัยได้อย่างครบถ้วน

## การบริหารจัดการการจัดเก็บข้อมูล Data Record Management

หัวใจของการบริหารจัดการข้อมูลภาครัฐ คือ การบริหารจัดการความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ บุคคล องค์กร สินทรัพย์ และกิจกรรมต่าง ๆ ของภาครัฐ นอกจากนี้ในการบริหารจัดการข้อมูลเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลการเกิด การตาย สถานภาพการสมรส การออกใบอนุญาตเกี่ยวกับการดำเนินธุรกิจ และการโอนสินทรัพย์ต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับประวัติอาชญากรรม เป็นต้น ล้วนแล้วแต่มีต้นทุน และความยุ่งยากในการบริหารจัดการรวมถึงการนำไปใช้งานทั้งสิ้น อีกทั้งข้อมูลบางอย่างยังไม่ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะอยู่ในรูปแบบของแบบฟอร์มบนกระดาษ หากประชาชนต้องการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลก็จำเป็นต้องไปดำเนินการด้วยตนเอง ณ สถานที่ราชการที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ แต่ด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain ที่ใช้หลักการของ Distributed Ledger Technology (DLT) และ Cryptography ซึ่งช่วยให้การเข้าถึง และการเข้าใช้ข้อมูลภาครัฐ รวมถึงการบริหารจัดการความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของข้อมูลภาครัฐทำได้ง่ายขึ้น ดังนั้นรัฐบาลในหลายประเทศจึงมีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐรวมถึงข้อมูลการลงทะเบียนเอกสารสำคัญที่ออกโดยหน่วยงานภาครัฐ ยกตัวอย่าง เช่น

- ข้อมูลการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง (e-Voting)
- ข้อมูลประวัติการศึกษา (Educational Record)
- ข้อมูลประวัติการเกิด (Birth Record)
- ข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาล (Medical Record)
- ข้อมูลการลงทะเบียนสินทรัพย์ต่าง ๆ (Asset Register)

## กรณีศึกษาที่ 1

## การขอจดทะเบียนที่ดิน Land Registry ประเทศอินเดีย

ประเทศอินเดียได้มีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการขอจดทะเบียนที่ดิน (Land Registration) โดยที่ดินถือเป็นสินทรัพย์ที่มีมูลค่าสูง ซึ่งบ่อยครั้งมักเป็นสาเหตุของการเกิดกรณีพิพาท ปัญหาอาชญากรรม และการฉ้อโกง ดังนั้นการคุ้มครองสิทธิเหนือที่ดิน และการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน สำหรับผู้ซื้อจึงเป็นเรื่องสำคัญเนื่องจากประเด็นดังกล่าวถือว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นด้านการลงทุนและการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งปัญหากรณีพิพาทเรื่องที่ดินมักเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับประเทศกำลังพัฒนาเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะประเทศอินเดีย จึงได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการขอจดทะเบียน/โอนกรรมสิทธิ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินทรัพย์ที่มีสภาพคล่องต่ำ ยกตัวอย่างเช่น ที่ดิน ซึ่งช่วยลดกระบวนการทางด้านเอกสารได้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำธุรกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์

## กรณีศึกษาที่ 2

### การจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาลของผู้ป่วย นครรัฐดูไบ ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

นครรัฐดูไบได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการรักษาพยาบาลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างปลอดภัย โดยนครรัฐดูไบซึ่งเป็นหุ้นส่วนกับ NMC Healthcare ในสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (United Arab Emirates: UAE) ได้มองเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้ร่วมมือกับบริษัท Guardtime ซึ่งเป็นบริษัทผู้พัฒนาโซลูชันต่าง ๆ บนเทคโนโลยี Blockchain สัญชาติเอสโตเนีย ในการนำระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health Records: HER) บนเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ ซึ่งการใช้งานระบบดังกล่าวช่วยให้ข้อมูลมีความถูกต้องปลอดภัย และเชื่อถือได้ตลอดกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพและผู้ป่วย ทำให้มั่นใจได้ถึงความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ สำหรับผู้ป่วยที่มาปรึกษาแพทย์ของ NMC Healthcare ก็สามารถได้รับการบริการอย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

นอกจากนี้การเริ่มต้นโครงการดังกล่าวของ NMC Healthcare สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยการสร้างกระบวนการที่มีความปลอดภัยในการบันทึก จัดเก็บ และได้รับข้อมูลประวัติการรักษาของคนไข้ นอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวแล้วนั้น กระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดแผนการและตารางนัดหมายของคนไข้ อีกทั้งยังง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพของทั้งคนไข้และบุคลากรทางการแพทย์อีกด้วย ซึ่งปัจจุบันประวัติการรักษาคนไข้ต่าง ๆ นั้นมักจะอยู่ในรูปแบบของ

กระดาษเป็นหลัก เช่น ผลการตรวจเลือด ผล X-Ray และอื่น ๆ อีกทั้งโรงพยาบาลส่วนใหญ่ก็ไม่ได้มีการแชร์ข้อมูลดังกล่าวร่วมกัน ดังนั้นการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลประวัติการรักษาของคนไข้ทำให้สามารถแชร์ข้อมูลดังกล่าวระหว่างโรงพยาบาลได้ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมั่นได้ถึงความถูกต้อง และปลอดภัยของข้อมูล ด้วยเทคโนโลยี Blockchain ที่มีรูปแบบของการบันทึกข้อมูลที่รับประกันความปลอดภัยว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกไปก่อนหน้านั้นไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข โดยทุก ๆ ผู้ใช้งานจะได้เห็นข้อมูลชุดเดียวกันทั้งหมด การทำงานของ Blockchain ใช้หลักการ Cryptography และความสามารถของ Distributed Computing เพื่อสร้างกลไกความน่าเชื่อถือสำหรับการแชร์ข้อมูลเวชระเบียนของผู้ป่วยระหว่างหน่วยงานให้บริการด้านสุขภาพ ซึ่งข้อมูลเวชระเบียนของผู้ป่วยนั้นถือเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานนั้นจะช่วยให้คนไข้สามารถเข้ารับการรักษาได้ในทุก ๆ คลินิกและโรงพยาบาล โดยคนไข้สามารถมั่นใจได้ว่าทุก ๆ สถานพยาบาลนั้นจะมีข้อมูลประวัติการรักษาของคนไข้รายนั้น ๆ แล้ว ถึงแม้จะไม่เคยได้รับการรักษาในสถานพยาบาลดังกล่าวมาก่อน ซึ่งในกรณีเร่งด่วนฉุกเฉินข้อมูลดังกล่าวจะมีประโยชน์ต่อการรักษาของคนไข้เป็นอย่างมาก และอาจสามารถช่วยรักษาชีวิตของคนไข้เอาไว้ได้

## กรณีศึกษาที่ 3:

## การออกใบ Certificate ให้กับเพชร นครรัฐดูไบ ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

นครรัฐดูไบได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการออกใบ Certificate ให้กับเพชร โดย The Dubai Multi Commodities Centre ได้นำเทคโนโลยี Blockchain เข้ามาใช้ในการออกใบ Certificate ให้กับเพชร หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Kimberley Certificates[5]” เพื่อเป็นการลดปัญหาข้อขัดแย้งเกี่ยวกับเพชร โดยกระบวนการคิมเบอร์ลีย์ คือ การให้รัฐบาลของแต่ละประเทศรับรองว่า เพชรส่งออกได้มาจากเหมืองและธุรกิจที่ถูกกฎหมาย และผู้ประกอบการที่มีใบรับรองเท่านั้นจึงจะสามารถนำเพชรเข้าสู่ตลาดโลกได้ เนื่องจากใบรับรองนี้จะมีรายละเอียดของทุกขั้นตอนในการผลิตเพชร ตั้งแต่

ออกจากเหมืองถึงผู้ค้าปลีก ประเทศที่ตกลงร่วมใน Kimberley Process จะไม่ได้รับอนุญาตให้ค้าขายกับประเทศอื่นที่ไม่ใช่สมาชิก จึงเป็นที่เชื่อกันว่าโครงการนี้มีส่วนช่วยลดการรั่วไหลของเพชรแห่งความขัดแย้งเข้าสู่ตลาดอัญมณีโลกได้อย่างมาก

ทั้งนี้นครรัฐดูไบได้ชื่อว่าเป็น “City of Gold” หรือเมืองแห่งทองคำ ดังนั้น การส่งเสริมการค้าขาย การส่งออกและนำเข้าทองคำรวมไปถึงอัญมณีอื่น ๆ จึงเป็นเรื่องสำคัญจนกระทั่งต้องตั้งเขตธุรกิจเสรีเพื่อการนี้โดยเฉพาะ สินค้าประเภททองคำ เพชร พลอยสีต่าง ๆ และโลหะมีค่าประเภททองคำขาว พัลลาเดียม เงิน เป็นสินค้าที่มีการส่งออกและนำเข้าจากทวีปต่าง ๆ โดยมีนครรัฐดูไบเป็นศูนย์กลาง ดังนั้น The Dubai Multi Commodities Centre จึงได้นำเทคโนโลยี Blockchain เข้ามาใช้ในการออก “Kimberley Certificates” เพื่อเป็นการลดปัญหาการข้อขัดแย้งเกี่ยวกับเพชร อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบรายละเอียดของทุกขั้นตอนในการผลิตเพชร ตั้งแต่ออกจากเหมืองถึงผู้ค้าปลีกได้

[5] Kimberley Certificates คือ การรับรองเพชรตามกระบวนการคิมเบอร์ลีย์เพื่อป้องกันไม่ให้เพชรแห่งความขัดแย้ง (Conflict Diamond) หรือที่รู้จักกันในชื่อเพชรสีเลือด (Blood Diamond) ซึ่งเป็นเพชรที่ได้จากเหมืองในพื้นที่ที่ถูกควบคุมโดยกลุ่มกบฏในประเทศเซียร์รา ลีโอน ซึ่งต่อต้านรัฐบาลที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ กลุ่มกบฏขายเพชรนี้เพื่อได้เงินเป็นทุนซื้ออาวุธและเสริมสร้างให้กองทัพแข็งแกร่งยิ่งขึ้น

## กรณีศึกษาที่ 4

## การลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง i-Voting ประเทศเอสโตเนีย

ประเทศเอสโตเนียได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง หรือที่รู้จักกันในชื่อ i-Voting นั่นเอง โดยประเทศเอสโตเนียมีการใช้ระบบการลงคะแนนแบบดิจิทัล (Digital Voting) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 และอนุญาตให้มีการลงคะแนนเสียงผ่านระบบออนไลน์ในปี ค.ศ. 2007 ต่อมาในปี ค.ศ. 2015 จึงได้มีการนำระบบการลงคะแนนเสียงที่ทำงานอยู่บนเทคโนโลยี Blockchain โดยหลักการพื้นฐานของระบบ i-Voting ก็คือบัตรประชาชนในรูปแบบดิจิทัล (Digital ID Card) ซึ่งประชาชนทุกคนในประเทศเอสโตเนียจะต้องมี โดยในบัตรประชาชนจะบรรจุข้อมูลที่ใช้สำหรับยืนยันตัวบุคคล โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเข้ารหัสไว้ เพื่อใช้ในการทำธุรกรรมออนไลน์ต่าง ๆ รวมไปถึงการลงคะแนนเสียงผ่านระบบ i-Voting ซึ่งเทคโนโลยี Blockchain จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนของการนำส่งบัตรลงคะแนน โดยทุก ๆ บัตรลงคะแนนหลังจากได้รับการตรวจความถูกต้องตามกระบวนการต่าง ๆ แล้ว จะต้องมีการประทับเวลา (Time Stamp) และข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บบนระบบ Blockchain เพื่อทำหน้าที่พิสูจน์การมีอยู่จริงของบัตรลงคะแนนนั้น ๆ หรือที่เรียกว่า Proof of Existence คือการพิสูจน์การมีอยู่จริงของเอกสารต่าง ๆ

ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับการลงคะแนนเสียงเป็นอีกทางเลือกในการแก้ปัญหาการทุจริตการเลือกตั้ง จากการลงคะแนนด้วยกระดาษซึ่งมีช่องโหว่มากมายที่จะทำให้เกิดการทุจริต แต่การใช้เทคโนโลยี Blockchain ในการลงคะแนนเสียงสามารถช่วยลดโอกาสในการทุจริตลงได้ ทำให้การเลือกตั้งมีความเป็นธรรมมากขึ้น โดยอย่างยิ่งในการนับคะแนน เนื่องจากไม่สามารถทำการทุจริตในการเลือกตั้งได้โดยไม่ทิ้งร่องรอยไว้ภายใต้

ระบบ Blockchain อีกทั้งยังช่วยทำให้การเลือกตั้งมีความสะดวกมากขึ้น และสามารถเข้าถึงผู้มีสิทธิลงคะแนนเสียงได้มากขึ้นจึงเป็นการส่งเสริมกระบวนการประชาธิปไตยอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ในแง่ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล เทคโนโลยี Blockchain สามารถออกแบบการเข้ารหัสเพื่อปกปิดตัวตน รักษาความเป็นส่วนตัวและข้อมูลการมีส่วนร่วมทางการเมืองได้อีกด้วย ดังนั้น เทคโนโลยี Blockchain จึงกลายเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่จะทำให้เกิดความโปร่งใสในการลงคะแนนเสียงได้มากขึ้น

## การติดตามธุรกรรม Transaction Traceability

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับการตรวจสอบติดตามธุรกรรมแบบย้อนกลับทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Transaction Traceability) ซึ่งสามารถช่วยในเรื่องเกี่ยวกับการบริหารจัดการข้อมูลให้กับสมาชิกที่มีความเกี่ยวข้องทั้งห่วงโซ่อุปทาน เพื่อให้เกิดความโปร่งใส (Transparency) ความเป็นกลาง (Neutrality) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล (Security) โดยการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และตรวจสอบได้ให้กับทุกคนที่มีความเกี่ยวข้องทั้งห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งแต่เดิมจะต้องอาศัยคนกลางที่ได้รับความเชื่อถือจากทุกฝ่าย คอยเป็นคนบริหารจัดการข้อมูลดังกล่าว โดยระบบการบริหารจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์ (Centralized System) ดังกล่าวนั้นง่ายต่อการถูกปลอมแปลงและทุจริตโดยเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ หากมีการติดสินบนเจ้าหน้าที่ดังกล่าว เนื่องจากให้อำนาจคนกลางในการบริหารจัดการข้อมูล รวมถึงการถูกเจาะระบบ (Hacking) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลในระบบไม่สามารถเชื่อถือได้อีกต่อไป ดังนั้นในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐในหลาย ๆ ประเทศจึงได้ให้ความสนใจและนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับการตรวจสอบติดตามธุรกรรมแบบย้อนกลับทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Transaction Traceability) ในหลาย ๆ กรณีด้วยกัน

## กรณีศึกษาที่ 1

### Food Safety Traceability ประเทศจีน

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับการตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Food Supply Chain Traceability System) โดยในยุคปัจจุบันความปลอดภัยด้านอาหาร (Food Safety) กำลังเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจทั้งในแวดวงวิชาการ ภาคธุรกิจ รวมไปถึงภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความปลอดภัยด้านอาหารถูกจัดอยู่ในแผนเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goal: SDG) ซึ่งถูกพัฒนาโดยองค์การสหประชาชาติ (The United Nation) ดังนั้นในทุก ๆ ภาคส่วนจึงได้มีความพยายามในการคิดค้น และพัฒนานวัตกรรมเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยของอาหาร (Food Safety Traceability) บวกกับวิวัฒนาการของ IoT (Internet of Things) และเทคโนโลยี Blockchain ทำให้สามารถตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารได้ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนไปถึงมือผู้บริโภคได้ อีกทั้งยังสามารถทำการตรวจสอบได้แบบ Real Time และเป็นไปตามมาตรฐาน HACCP[6] (Hazard Analysis and Critical Control Points) ยกตัวอย่างเช่น การปนเปื้อนสารพิษในนมผง อันเนื่องมาจากระบบแบบรวมศูนย์ (Centralized System) ที่เอื้อให้เกิดการทุจริต (Corruption) และการถูกโจมตีโดยแฮกเกอร์ (Hacking)

[6] ระบบ HACCP คือ การวิเคราะห์อันตราย และจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม หรือระบบ HACCP คือ ระบบการจัดการคุณภาพด้านความปลอดภัย ซึ่งใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ได้อาหารที่ปราศจากอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ สารเคมี และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ โดยถือเป็นมาตรฐานสากลตามข้อกำหนดของคณะกรรมการโครงการมาตรฐานอาหาร FAO/ WHO (Codex Alimentarius Commission) ที่ประเทศต่าง ๆ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความมั่นใจในอุตสาหกรรมอาหารทั้งโดยผู้ผลิต และผู้บริโภค ซึ่งถูกกำหนดโดย NASA ในปี 1960s

## กรณีศึกษาที่ 2

## Pharmaceutical Supply Chain Traceability ประเทศอินเดีย

ประเทศอินเดียได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการทำ Supply Chain Traceability ในอุตสาหกรรมยา ในการติดตามค้นหายารักษาโรค ซึ่งทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานยา (Pharmaceutical Supply Chain) สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และแจ้งเตือนเมื่อมีการปลอมแปลงยา เนื่องจากข้อมูลได้รับการพิสูจน์ทราบตามเอกสารต่าง ๆ จึงทำให้สามารถระบุที่มาของยาแต่ละชนิดว่ามาจากโรงงานใด และเป็นไปตามที่ระบุเอาไว้หรือไม่นั่นเอง เพื่อป้องกันการปลอมแปลงข้อมูล ทำให้เกิดความโปร่งใสและเชื่อถือได้

## กรณีศึกษาที่ 3:

### Industrial Hemp Supply Chain Traceability รัฐโคโลราโด แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา

รัฐโคโลราโดแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้ร่วมมือกับ The Institute of Cannabis Research at Colorado State University - Pueblo (Institute) ในการพัฒนาระบบตรวจสอบเส้นทางการซื้อขายกัญชารวมไปถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมกัญชา (Industrial Hemp) ตั้งแต่ผู้ผลิตไปจนถึงผู้ซื้อและผู้ขาย โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain รวมไปถึงการออกใบอนุญาตในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับกัญชา ทั้งนี้การซื้อขายกัญชาจะต้องเป็นการซื้อขายจากผู้ที่ได้รับใบอนุญาตในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับกัญชาเท่านั้น ซึ่งการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในอุตสาหกรรมกัญชานั้นช่วยให้รัฐโคโลราโดสามารถบังคับใช้กฎหมาย และการจัดเก็บรายได้จากการทำอุตสาหกรรมกัญชาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมไปถึงสามารถช่วยตรวจสอบการกระทำความผิดอันเนื่องมาจากการซื้อขายกัญชาที่ผิดกฎหมายจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต นอกจากนี้รัฐโคโลราโดได้มีการออกกฎหมายที่สำคัญว่าด้วยเรื่องการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการตรวจสอบการกระทำความผิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมกัญชา รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีส่วนผสมของกัญชาตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงกระบวนการซื้อขาย

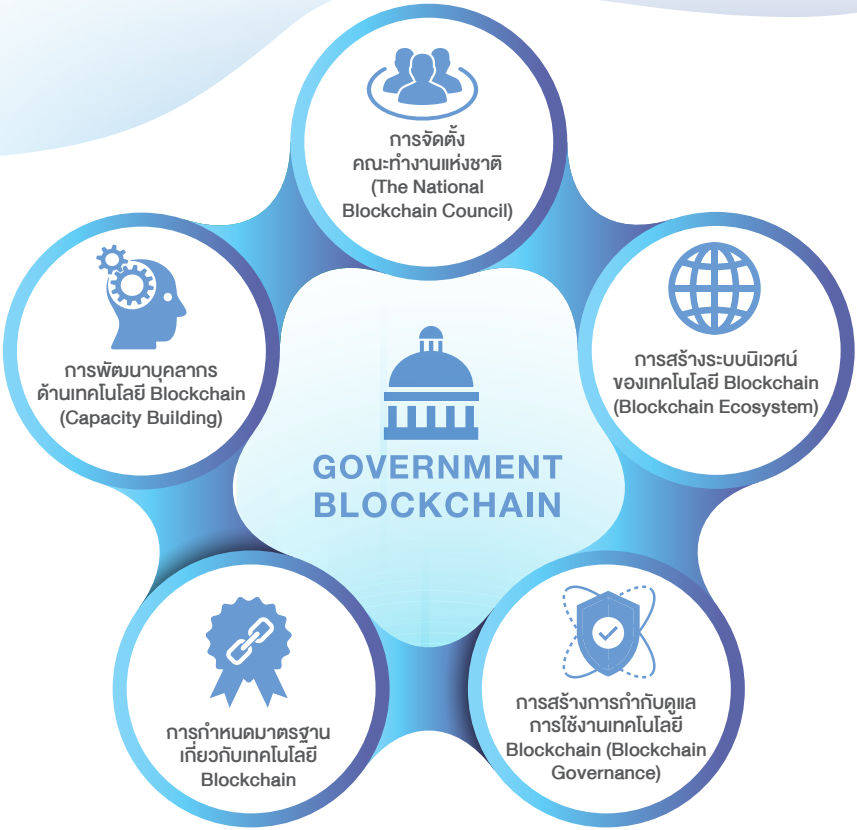
## กรณีศึกษาที่ 4:

## Tax Compliance for EU-Cross Broader Trade to Prevent Fraud and Detection สหภาพยุโรป (European Union: EU)

นอกจากการนำเทคโนโลยี Blockchain เข้ามาใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับของการทำธุรกรรมต่าง ๆ แล้วยังได้มีการประยุกต์ใช้การตรวจสอบย้อนกลับของการทำธุรกรรมในเรื่องของภาษี ยกตัวอย่างเช่น สหภาพยุโรป (European Union: EU) ได้นำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการตรวจสอบเรื่องระบบภาษี ในการทำ Tax Refund สำหรับการค้าขายระหว่างประเทศสมาชิก EU ด้วยกัน (Tax Compliance for EU-Cross Broader Trade to Prevent Fraud and Detection) โดยสาระสำคัญของระบบดังกล่าวคือ การติดตามธุรกรรมการซื้อขาย ตั้งแต่โรงงานผลิตไปจนถึงผู้ซื้อ โดยมั่นใจได้ว่าทุก ๆ ธุรกรรมจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้ รวมไปถึงเอกสารใบวางบิลหรือใบแจ้งหนี้ (Invoice) ซึ่งถือเป็นหลักฐานสำคัญในการขอทำ Tax Refund เมื่อมีการซื้อขายหรือนำเข้าสินค้าระหว่างประเทศสมาชิก EU ด้วยกัน ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain ในเรื่องของความยากต่อการเปลี่ยนแปลง (Immutability) จึงได้ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับของการทำธุรกรรมเพื่อป้องกันการทุจริตในรูปแบบต่าง ๆ

# ปัจจัยความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐ

นอกจากการศึกษารูปแบบและความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการต่าง ๆ ของภาครัฐแล้ว แต่การจะผลักดันให้โครงการดังกล่าวสามารถบรรลุผลได้อย่างเป็นรูปธรรมจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบดังแสดงในรูปภาพที่ 18




**รูปภาพที่ 18:** ปัจจัยความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐ

## การจัดตั้งคณะทำงานแห่งชาติ The National Blockchain Council

การจัดตั้งคณะทำงานขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ในการศึกษาวิจัยข้อดี ข้อเสีย รวมถึงการศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) และข้อจำกัดภายใต้บริบทของประเทศนั้น ๆ หากมีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ เนื่องจากการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐย่อมส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานของหน่วยงานภาครัฐไปจากเดิม ซึ่งจำเป็นต้องมีคณะทำงานในการศึกษาวิจัยถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงการวางแผนรับมือหากมีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อสนับสนุนงานบริการภาครัฐ โดยหนึ่งในกรณีศึกษาที่น่าสนใจคือรูปแบบการจัดตั้งคณะทำงานแห่งชาติของประเทศเนเธอร์แลนด์ (Netherland) ได้มีการจัดตั้ง Dutch National Blockchain Coalition ซึ่งถูกจัดตั้งโดย The Ministry of Economy Affairs' Information Technology เป็นการจัดตั้งคณะทำงานที่ผสานความร่วมมือในทุกภาคส่วนมากกว่า 20 หน่วยงานทั่วประเทศ ทั้งหน่วยงานภาครัฐ องค์กรด้านวิชาการ เช่นสถาบันการศึกษาและมหาวิทยาลัย รวมถึงภาคเอกชนทั้งจากสถาบันการเงิน คมนาคมขนส่งและโลจิสติกส์ และพลังงาน โดยการประสานความร่วมมือดังกล่าวมีเป้าหมายในการทำให้ประเทศเนเธอร์แลนด์ขึ้นไปอยู่แถวหน้าในการเป็นประเทศผู้นำทางด้านเทคโนโลยีนวัตกรรม (Innovative Technology) โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการสร้าง Digital Identity ซึ่งคณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ในการศึกษาถึงความเป็นไปได้และข้อจำกัด ผลกระทบด้านสังคม การพัฒนาทรัพยากรบุคคล (Human Capital) รวมถึงมาตรการควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างความมั่นใจ ความน่าเชื่อถือ รวมถึงการรับรู้จนนำไปสู่การยอมรับจากประชาชนในสังคมถึงการนำเทคโนโลยี Blockchain ดังกล่าวมาใช้งาน (Krawiec et al., 2016)

นอกจากนี้ยังมีประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ได้จัดตั้ง The Global Blockchain Council (GBC) โดยมีนครรัฐดูไบเป็นหนึ่งในสมาชิก ซึ่งได้มีการจัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 2016 ทำหน้าที่ทดสอบและผลักดันโครงการต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain ภายในประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการผลักดันให้ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์กลายเป็น Smart Future ให้ทันภายในปี ค.ศ. 2020 โดยนครรัฐดูไบประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (United Arab Emirates) ถือได้ว่าเป็นรัฐบาลที่มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยี (Tech-Savvy) ในอันดับต้น ๆ ของโลก ซึ่งประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (United Arab Emirates) ถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 2 ของโลก โดย The World Economic Forum 2016 ว่าเป็นรัฐบาลที่มีประสิทธิภาพในการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รวมไปถึงการทำธุรกรรมผ่านออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อให้บริการแก่ประชาชน (Breene, 2016) นครรัฐดูไบได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติในการเป็นเมืองหลวงของเทคโนโลยี Blockchain “The Global Capital of Blockchain” ประกอบไปด้วยเป้าหมาย 3 ด้านด้วยกันคือ

- การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของภาครัฐ (Government Efficiency) โดยตั้งเป้าหมายในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับการให้บริการภาครัฐแบบเต็มรูปแบบทั้งระบบ

- การสร้างอุตสาหกรรมเทคโนโลยี Blockchain (Industries Creation) โดยผลักดันและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนา Blockchain Ecosystem ขึ้นภายในประเทศ ทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ รวมถึงบริษัทสตาร์ทอัพต่าง ๆ

- การเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยี Blockchain (International Leadership) โดยจัดทำโครงการนำร่องเกี่ยวกับการพัฒนา และการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain ทั้งภายในนครรัฐดูไบ และประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ภายใต้การกำกับดูแลของ The Global Blockchain Council (GBC) ซึ่งประกอบไปด้วย 7 โครงการสำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

## โครงการที่ 1

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการรักษาพยาบาลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างปลอดภัย

## โครงการที่ 2

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการออกใบ Certificate ให้กับเพชร โดย The Dubai Multi Commodities Centre ได้นำเทคโนโลยี Blockchain เข้ามาใช้ในการออกใบ Certificate ให้กับเพชร หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Kimberley Certificates”

## โครงการที่ 3

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการโอนกรรมสิทธิ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินทรัพย์ที่มีสภาพคล่องต่ำ ยกตัวอย่าง เช่น ที่ดิน โดยเทคโนโลยี Blockchain สามารถเข้ามาช่วยลดขั้นตอนด้านเอกสาร และเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำธุรกรรมเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์

## โครงการที่ 4

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในกระบวนการพิสูจน์ตัวตน (Identity Management) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการดำเนินการทางธุรกรรมต่าง ๆ กับภาครัฐ

## โครงการที่ 5

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการทำพินัยกรรมดิจิทัล เพื่อโอนกรรมสิทธิ์ทรัพย์สินต่าง ๆ ให้แก่ทายาท

## โครงการที่ 6

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการสร้างโปรแกรมสะสมแต้มเพื่อกระตุ้นการท่องเที่ยวภายในประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

## โครงการที่ 7

การนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการการตรวจสอบการนำเข้าและส่งออกสินค้าระหว่างประเทศ โดยเฉพาะพิธีการทางเอกสาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการจัดส่งและชำระเงินระหว่างประเทศ

รวมถึงประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพบว่าในหลายรัฐ ยกตัวอย่างเช่น รัฐนิวยอร์ก รัฐเวอร์จิเนีย รัฐฮาวายรัฐเมน และรัฐไวโอมิง ต่างก็มีการจัดตั้งคณะทำงานเกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain ขึ้นมา โดยคณะทำงานดังกล่าวได้ถูกจัดตั้งขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม และถูกต้องตามกฎหมาย มีอำนาจหน้าที่ในการศึกษาผลกระทบต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นหากมีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้สำหรับงานบริการในภาครัฐ

## การสร้างระบบนิเวศของเทคโนโลยี Blockchain
## Blockchain Ecosystem

ในการขับเคลื่อน รวมถึงการพัฒนาต่อยอดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Blockchain ให้เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างระบบนิเวศของเทคโนโลยี Blockchain ที่เอื้อต่อการพัฒนา ยกตัวอย่างเช่น นครรัฐดูไบที่ได้มีการวางนโยบายของประเทศในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐอย่างเต็มรูปแบบ อีกทั้งยังมีการผลักดันและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาระบบนิเวศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาเทคโนโลยี Blockchain ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ รวมถึงบริษัทสตาร์ทอัพต่าง ๆ

## การสร้างการกำกับดูแลการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain
## Blockchain Governance

การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Blockchain โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาครัฐมักพบปัญหาในด้านความเชื่อมั่น และการยอมรับจากสังคม ซึ่งสามารถพบเห็นได้จากหลาย ๆ โครงการนำร่องเมื่อถูกขยายผลไปสู่การใช้งานจริงในระดับประเทศ ดังนั้นในการขับเคลื่อนการใช้งานเทคโนโลยี Blockchain มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างกรอบ หรือมาตรการในการกำกับดูแล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Blockchain เพื่อให้เกิด

ความสงบเรียบร้อยในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งถือว่าเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในงานบริการภาครัฐ นอกจากการให้ความสำคัญในเรื่องของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งานแล้ว ประเทศสหรัฐอเมริกายังให้ความสำคัญกับการออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Blockchain ทั้งในระดับรัฐ (State Action) และรัฐบาลกลาง (Federal Action) โดยการออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Blockchain ของประเทศสหรัฐอเมริกานั้น สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่มด้วยกันดังต่อไปนี้

- กฎหมายว่าด้วยการจัดตั้งคณะกรรมการ / คณะทำงานเพื่อศึกษาข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด รวมถึงความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น รัฐนิวยอร์ก รัฐเวอร์จิเนีย รัฐฮาวาย รัฐเมน รัฐไวโอมิง และรัฐเวอร์มอนต์

- กฎหมายว่าด้วยการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain ยกตัวอย่างเช่น รัฐแคลิฟอเนียร์ รัฐเดลาแวร์ รัฐอิลลินอยส์ รัฐเทนเนสซี และรัฐเนวาดา

- กฎหมายว่าด้วยการจัดเก็บข้อมูลภาครัฐในรูปแบบดิจิทัล โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain ยกตัวอย่างเช่น รัฐแคลิฟอเนียร์ รัฐโคโรราโด รัฐแมริแลนด์ รัฐมิชิแกน รัฐนิวเจอร์ซีย์ รัฐนิวยอร์ก รัฐโอไฮโอ รัฐแอริโซนา และรัฐอิลลินอยส์

- กฎหมายว่าด้วยเงินสกุลดิจิทัล (Digital Currency) ยกตัวอย่างเช่น รัฐคอนเนตทิคัต รัฐมิชิแกน รัฐเนแบรสกา และรัฐเวอร์มอนต์

- กฎหมายว่าด้วยเรื่องสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) ยกตัวอย่างเช่น รัฐคอนเนตทิคัต รัฐฟลอริดารัฐเนแบรสกา รัฐนิวยอร์ก และรัฐโอไฮโอ

## การกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain

ถึงแม้เทคโนโลยี Blockchain จะเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการข้อมูลและขั้นตอนการทำธุรกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยลักษณะเด่นคือการจัดเก็บข้อมูลที่มีการกระจายตัวไปยังผู้ที่อยู่ในระบบทุกคน (Nodes) แทนที่การใช้ตัวกลาง และเมื่อมีข้อมูลใหม่ก็จะอัปเดตพร้อมกันตลอดเวลา ทำให้ช่วยลดระยะเวลาการทำธุรกรรมและลดต้นทุนการดำเนินงานลงได้ อีกทั้งข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ตั้งแต่ธุรกรรมแรกจนถึงธุรกรรมสุดท้าย

ทำให้มีความโปร่งใสและตรวจสอบได้ แต่ด้วยข้อจำกัดเกี่ยวกับกฎระเบียบและแนวทางการพัฒนาที่มีความหลากหลาย ขาดการกำกับดูแล และรูปแบบการพัฒนาที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ยังคงเป็นความท้าทายสำคัญในการขยายขีดความสามารถของเทคโนโลยี Blockchain ดังนั้นในปัจจุบันพบว่ารูปแบบการพัฒนารวมไปถึงกระบวนการทางเทคนิคที่จำเป็นสำหรับการใช้เทคโนโลยี Blockchain นั้นมีความหลากหลาย และแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ให้บริการนั้น ๆ ซึ่งยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานออกมาในรูปแบบที่ชัดเจน ถึงแม้ว่าองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการกำหนดมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) ได้มีความพยายามในการกำหนดกรอบมาตรฐานสำหรับเทคโนโลยี Blockchain คือ ISO/TC 307 Blockchain and Distributed Ledger Technologies ซึ่งประกอบไปด้วย 7 หมวดด้วยกันดังต่อไปนี้

- **ISO/TC 307/SG 1**
  **Reference Architecture, Taxonomy and Ontology**
- **ISO/TC 307/SG 2**
  **Use Cases**
- **ISO/TC 307/SG 3**
  **Security and Privacy**
- **ISO/TC 307/SG 4**
  **Identity**

ISO/TC 307/SG 5
Smart Contracts

ISO/TC 307/SG 6
Governance of Blockchain and Distributed Ledger Technology Systems

ISO/TC 307/SG 7
Interoperability of Blockchain and Distributed Ledger Technology Systems

แต่ความพยายามในการกำหนดมาตรฐานดังกล่าวนั้นยังอยู่ในขั้นตอนของการเตรียมการ และการจัดประชุมระหว่างคณะกรรมการยกร่างมาตรฐานโดยคาดการณ์ว่าจะมีการประกาศใช้อย่างเป็นทางการภายในปี ค.ศ. 2021 (Morris, 2018) ทั้งนี้พบว่าในหลายประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยี Blockchain ต่างก็เริ่มศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานด้านเทคโนโลยี Blockchain ของตนเองเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ISO/TC 307 Blockchain and Distributed Ledger Technologies ยกตัวอย่างเช่น ประเทศจีน ได้มีการจัดทำมาตรฐานเทคโนโลยี Blockchain เพื่อประกาศใช้ภายในประเทศ เพื่อรองรับการขยายตัวของเทคโนโลยี Blockchain โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกระดับมาตรฐานเทคโนโลยี Blockchain ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อใช้งานในระดับประเทศ ไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยี Blockchain ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ดังนั้น การกำกับดูแล และรูปแบบการพัฒนาที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงยังคงเป็นความท้าทายสำคัญในการขยายขีดความสามารถของเทคโนโลยี Blockchain ต่อไปในอนาคต

## การพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยี Blockchain (Capacity Building)

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการขับเคลื่อนเทคโนโลยีเกิดใหม่ให้ประสบความสำเร็จได้อย่างเป็นรูปธรรม คือการพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในเทคโนโลยีนั้น ๆ สำหรับเทคโนโลยี Blockchain ก็เช่นเดียวกัน โดยสถานการณ์ด้านบุคลากรของเทคโนโลยี Blockchain ในปัจจุบันถือว่ายังขาดแคลนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นเรื่องท้าทายที่จะต้องได้รับการพัฒนาต่อไปในอนาคต

ทั้งนี้พบว่าหลายประเทศที่มีแนวนโยบายในการเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยี Blockchain ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว โดย 27 มหาวิทยาลัยชั้นนำทั่วโลกมีการจัดหลักสูตรการเรียนการสอน และหลักสูตรอบรม เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยี Blockchain ให้กับประเทศต่อไป โดย 8 มหาวิทยาลัยจากจำนวนดังกล่าว คือ มหาวิทยาลัยที่อยู่ในประเทศจีน ยกตัวอย่างเช่น The Tsinghua University, Zhejiang University, and Central University of Finance and Economics ประเทศสหรัฐอเมริกา ยกตัวอย่างเช่น Princeton University, Stanford University, and Massachusetts Institute of Technology (MIT) และอีก 5 มหาวิทยาลัยจากประเทศอังกฤษ ยกตัวอย่างเช่น University of Oxford และ University of Cambridge ส่วนที่เหลือเป็นมหาวิทยาลัยจากประเทศไซปรัส เดนมาร์ก ไอร์แลนด์ ญี่ปุ่น สิงค์โปร์ และออสเตรเลีย ซึ่งหลักสูตรการเรียนการสอนส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นการสอนเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยี Blockchain เงินสกุลดิจิทัล การวิเคราะห์สถาปัตยกรรมเชิงเทคนิคของ Platform เทคโนโลยี Blockchain ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ยกตัวอย่างเช่น Ethereum และ Hyperledger กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain ในภาคส่วนต่าง ๆ รวมถึงทิศทางและแนวโน้มการพัฒนาของเทคโนโลยี Blockchain

นอกจากการสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี Blockchain ให้กับประเทศแล้ว ประเด็นที่น่าสนใจ คือ มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศจีนยังให้ความสำคัญด้านความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมในการสร้างสถาบันการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยี Blockchain เพื่อให้มั่นใจว่าผลงานวิจัยต่าง ๆ สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงทั้งในภาครัฐ และภาคเอกชนต่อไป

ทั้งนี้จากการศึกษาจากแนวปฏิบัติของต่างประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยี Blockchain ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นในบทถัดไปเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ รวมถึงแนวทางในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการให้บริการภาครัฐของประเทศไทย ซึ่งจะได้อธิบายในลำดับถัดไป

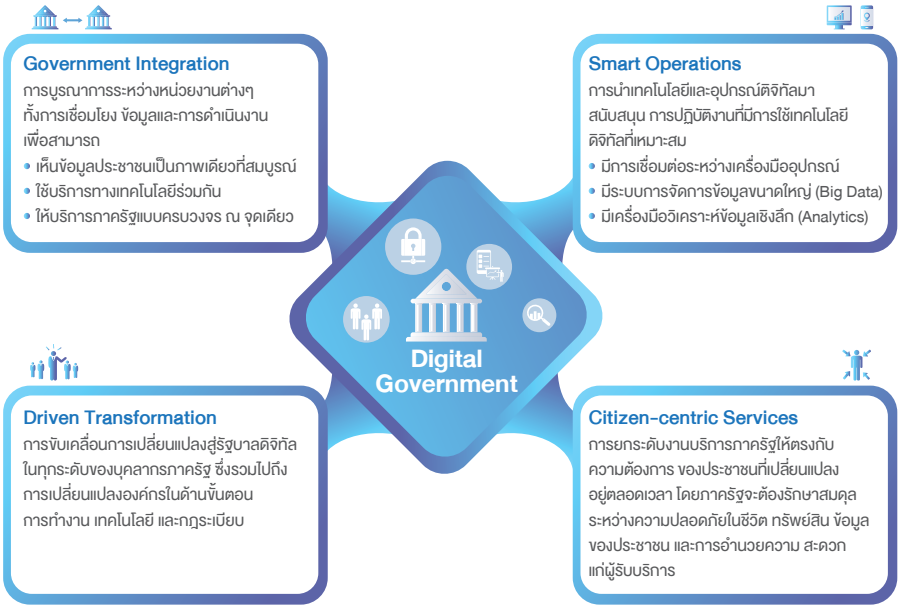
# 03

# แนวคิดและหลักการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐภายใต้บริบทของประเทศไทย

# หลักการและเหตุผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับภาครัฐไทย

แนวคิดในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้สำหรับภาครัฐไทยนั้น เกิดจากแนวคิดที่ต้องการ “ยกระดับภาครัฐไทยสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลที่มีการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน มีการทำงานแบบอัจฉริยะ ให้บริการโดยมีประชาชนเป็นศูนย์กลาง และขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างแท้จริง” ซึ่งแนวคิดดังกล่าวเป็นวิสัยทัศน์การพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย ตาม (ร่าง) แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564 ในการยกระดับขีดความสามารถเชิงดิจิทัลของภาครัฐไทยสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลดังวิสัยทัศน์ที่กำหนดไว้นั้น ต้องอยู่บนพื้นฐานการดำเนินการ 4 ประการ ได้แก่ การบูรณาการภาครัฐ (Government Integration) การดำเนินงานแบบอัจฉริยะ (Smart Operation) การให้บริการโดยมีประชาชนเป็นศูนย์กลาง (Citizen-Centric Services) และการสนับสนุนให้เกิดการขับเคลื่อนไปสู่การเปลี่ยนแปลง (Driven Transformation) ดังแสดงในรูปภาพที่ 19

ยกระดับภาครัฐไทยสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลที่มีการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน
มีการทำงานแบบอัจฉริยะ ให้บริการโดยมีประชาชนเป็นศูนย์กลาง
และขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างแท้จริง




**รูปภาพที่ 19:** วิสัยทัศน์รัฐบาลดิจิทัล

**ที่มา:** สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน), (2560)

1

## การบูรณาการภาครัฐ
## Government Integration

การบูรณาการภาครัฐ (Government Integration) คือ การบูรณาการระหว่างหน่วยงานรัฐต่าง ๆ ตั้งแต่การเชื่อมโยงข้อมูล บริการ ไปจนถึงการดำเนินงาน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและการให้บริการของรัฐทั้งในระดับหน่วยงานย่อยไปจนถึงระดับกระทรวง ซึ่งการเกิดการบูรณาการภาครัฐดังกล่าวจะทำให้รัฐบาลตระหนักถึงความต้องการและความจำเป็นในการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้กับการดำเนินงานต่าง ๆ ในแต่ละหน่วยงาน เพื่อลดความซ้ำซ้อนในด้านการเบิกจ่ายงบประมาณ ระยะเวลาการดำเนินการ หรือแม้แต่การดูแลรักษาระบบต่าง ๆ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพจากการใช้บริการทางเทคโนโลยีร่วมกัน (Share Services) และการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานกลาง นอกจากนี้ การบูรณาการภาครัฐยังนำไปสู่การให้บริการภาครัฐแบบครบวงจร ณ จุดเดียว (One stop Service) ที่สามารถตอบโจทย์ด้านการอำนวยความสะดวกแก่ประชาชนได้มากยิ่งขึ้น

2

## การดำเนินงานแบบอัจฉริยะ
## Smart Operation

การดำเนินงานแบบอัจฉริยะ (Smart Operation) คือ การนำเทคโนโลยีและอุปกรณ์ดิจิทัลที่เหมาะสมมาสนับสนุนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ภาครัฐไทย เพื่อให้สามารถดำเนินงานอย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และตรงจุดมากขึ้น โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมืออุปกรณ์ (Internet of Things) ต่างๆ อย่างทั่วถึง ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้เป็นปัจจุบันและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นอาจมีการเชื่อมต่อเครื่องมืออุปกรณ์ให้สื่อสารถึงกันแบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องอาศัยการควบคุมของเจ้าหน้าที่ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อนำระบบการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มาช่วยจัดระเบียบฐานข้อมูล ประกอบกับนำเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก (Analytics) มาช่วยทำความเข้าใจข้อมูลอย่างลึกซึ้ง จะช่วยทำให้เจ้าหน้าที่ภาครัฐไทยสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ และหน่วยงานภาครัฐไทยสามารถจัดทำบริการแบบเชิงรุกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 3 การให้บริการโดยมีประชาชนเป็นศูนย์กลาง
## Citizen-centric Services

การให้บริการโดยมีประชาชนเป็นศูนย์กลาง (Citizen-centric Services) คือ การยกระดับงานบริการภาครัฐให้ตรงกับความต้องการของประชาชนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยภาครัฐไทยจะต้องรักษาสมดุลระหว่างความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สิน ข้อมูลของประชาชน และการอำนวยความสะดวก (Rebalancing between Security & Facilitation) ตลอดจนกำหนดระดับการรักษาความปลอดภัยและระดับความเข้มงวดของการยืนยันพิสูจน์ตัวตนให้เหมาะสมกับความซับซ้อนของงานบริการ ประเภทของงานบริการ และกลุ่มผู้รับบริการต่าง ๆ

# 4 การสนับสนุนให้เกิดการขับเคลื่อนไปสู่การเปลี่ยนแปลง
## Driven Transformation

การสนับสนุนให้เกิดการขับเคลื่อนไปสู่การเปลี่ยนแปลง (Driven Transformation) คือการวางแนวทางการขับเคลื่อนภาครัฐไทยสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลในทุกระดับของบุคลากรภาครัฐ โดยอาศัยกระบวนทัศน์การเปลี่ยนแปลงโดยมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ (Outcome-driven Transformation) ที่มีการปรับเปลี่ยนองค์กรแบบครบวงจร (End-to-End Transformation) ทั้งในด้านทรัพยากรมนุษย์ (People) ขั้นตอนการทำงาน (Process) เทคโนโลยี (Technology) และกฎระเบียบ (Regulation) รวมทั้งมีการขับเคลื่อนโดยมีการบริหารจัดการโครงการและการกำกับดูแล (Project Management and Governance) ที่ชัดเจน ภายใต้การสนับสนุนของผู้นำระดับประเทศที่มีความมุ่งมั่น มีวิสัยทัศน์และเล็งเห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศอย่างแท้จริง (Change Leadership) อันจะส่งผลให้ภาครัฐสามารถดำเนินงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการได้อย่างไร้รอยต่อ

ทั้งนี้เพื่อให้การขับเคลื่อนสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลได้อย่างเป็นรูปธรรมนั้นจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยี และนวัตกรรมในการขับเคลื่อน โดยใน (ร่าง) แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564 ได้มีการกล่าวถึงแนวโน้มของเทคโนโลยีสำคัญที่มีผลต่อการขับเคลื่อนไปสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัลที่สำคัญไว้ 9 เทคโนโลยีด้วยกัน ดังแสดงในรูปภาพที่ 20

**รูปภาพที่ 20:** แนวโน้มเทคโนโลยีที่สำคัญสำหรับการพัฒนารัฐบาลดิจิทัล

**ที่มา:** สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน), (2560)

โดยส่วนราชการต่าง ๆ ทั้งในระดับสำนัก กรม หรือกระทรวง สามารถที่จะนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเหล่านี้เข้ามาปรับใช้กับการทำงานของภาครัฐ ตลอดจนใช้พัฒนาบริการ หรือกระบวนการดำเนินงานต่าง ๆ ได้ โดยจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี Blockchain หรือ Distributed Ledger Technology ถือเป็น 1 ใน 9 เทคโนโลยีสำคัญในการขับเคลื่อนไปสู่การพัฒนารัฐบาลดิจิทัล ด้วยคุณสมบัติของเทคโนโลยี Blockchain ในการจัดเก็บข้อมูลและใช้ประโยชน์จากเครือข่ายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และลดภาระการพึ่งพาคนกลางในการทำธุรกรรม ภายใต้ความปลอดภัยที่มีความน่าเชื่อถือ นอกจากการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Blockchain ในรูปแบบต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้านี้ เทคโนโลยี Blockchain ยังสามารถนำมาใช้เพื่อบูรณาการบริการและการแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐได้อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งเป็นการสรุปความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐของประเทศตาม (ร่าง) แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย ทั้ง 5 ยุทธศาสตร์ ตามขีดความสามารถในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 3:** ตารางสรุปความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐของประเทศไทย

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| **ยุทธศาสตร์ที่ 1: การยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชน** | | |
| **1. สวัสดิการประชาชน** | บูรณาการข้อมูลประชาชนจากทุกหน่วยงาน เพื่อให้สามารถกำหนดสิทธิรายบุคคลได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และสามารถให้บริการเชิงรุกได้ | ระบบบริหารจัดการข้อมูลตัวตน ระบบการพิสูจน์และยืนยันตัวตนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Identity) ด้วยเทคโนโลยี Blockchain และระบบเบิกจ่ายสวัสดิการแบบรายบุคคลด้วย Smart Contract |
| **2. การเพิ่มประสิทธิภาพแรงงาน** | บูรณาการข้อมูลตลาดแรงงานอย่างครบวงจร เพื่อตอบสนองความต้องการทุกภาคส่วน เช่น การจัดหางาน การพัฒนาทักษะ การทราบภาพรวมตลาด | ระบบจัดเก็บข้อมูลแรงงาน รวมถึงการพิสูจน์และยืนยันตัวตนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Identity) ด้วยเทคโนโลยี Blockchain และเชื่อมโยงกับการผลิตห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) การนำเข้า-ส่งออกของทั้งภาคการผลิต ภาคบริการ และภาคเศรษฐกิจดิจิทัล เพื่อสร้างประสิทธิภาพในการจัดหางานและการพัฒนาทักษะแรงงานได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการต่อยอดระบบ Digital Identity ด้วยการบันทึกประวัติการทำงานที่ผ่านมาของแรงงาน รวมถึงความสามารถที่มีเพื่อนำไปสู่การออกใบรับรอง (Certificate) การทำงานด้วยเทคโนโลยี Blockchain |
| **3. การศึกษา** | มีระบบกลางเพื่อเชื่อมโยงงานบริการด้านการศึกษาแบบข้ามหน่วยงาน เพื่อเพิ่มความเป็นอัตโนมัติสำหรับงานบริการด้านการศึกษา | สร้างระบบบันทึกใบรับรอง (Certificate) ทางการศึกษาด้วยเทคโนโลยี Blockchain ที่เชื่อมโยงกับสถาบันการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ รวมถึงการศึกษาแบบออนไลน์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตามแนวทางของ Open Education เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้กับเอกสารในการใช้เป็นหลักฐานสำหรับการเรียนต่อหรือสมัครงานได้ |

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| 4. การสาธารณสุข | มีระบบกลางเพื่อเชื่อมโยงงานบริการด้านสาธารณสุขแบบข้ามหน่วยงาน เพื่อให้การดำเนินงานด้านสาธารณสุขมีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น | พัฒนาระบบเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพแห่งชาติ (National Health Information Exchange Platform) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain ที่เชื่อมต่อทุกหน่วยงานด้านสาธารณสุขเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นโรงพยาบาลรัฐ โรงพยาบาลเอกชน คลินิก หน่วยงานประกันสุขภาพภาครัฐ ประกันสุขภาพเอกชน หน่วยงานควบคุมคุณภาพ หน่วยงานวิจัย และหน่วยงานกำกับดูแล ให้สามารถเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้แบบ Realtime ภายใต้มาตรฐานข้อมูลสุขภาพเดียวกัน มีส่วนติดต่อ Service ของ Application (API) ที่ครบถ้วน ยืดหยุ่น และมีความปลอดภัยสูง รวมถึงผู้ป่วยสามารถเข้าถึงข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาลของตนได้ |
| **ยุทธศาสตร์ที่ 2: การยกระดับขีดความสามารถการแข่งขันของภาคธุรกิจ** | | |
| 5. การเพิ่มประสิทธิภาพภาคการเกษตร | บูรณาการข้อมูลการเกษตรระหว่างหน่วยงานเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับเกษตรกรแบบรายบุคคล | พัฒนาระบบ Blockchain สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ที่น่าเชื่อถือ และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเศรษฐกิจอื่น ๆ เพื่อสร้างเป็นข้อมูลและคำแนะนำที่เหมาะสมกับเกษตรกรแบบรายบุคคล รวมถึงการสร้างบริการทางการเกษตรภาครัฐด้วยเทคโนโลยี Smart Contract เพื่อให้เกษตรกร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัย เช่น สัญญาซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้าด้วย Smart Contract, Letter of Credit, Letter of Guarantee หรือกรมธรรม์ประกันภัยพิบัติด้านการเกษตร |

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| **6. การท่องเที่ยว** | ยกระดับประสบการณ์นักท่องเที่ยวในยุคดิจิทัล (Digital Tourism) | สร้างระบบ Loyalty Token ด้วยเทคโนโลยี Blockchain เพื่อใช้ในธุรกิจท่องเที่ยวและบริการของประเทศ ในการสร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับนักท่องเที่ยวในยุคดิจิทัล อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวในการหาความต้องการที่แท้จริง (Unmet Need) เพื่อนำไปปรับปรุงการให้บริการ และวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงลึก (Insight) เพื่อนำไปสร้างบริการรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการนักท่องเที่ยวได้อย่างแท้จริง รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลการยืนยันตัวตนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Identity) ข้อมูลสุขภาพของนักท่องเที่ยว ผ่านสายการบินและระบบตรวจคนเข้าเมือง โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อยกระดับการให้บริการนักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ |
| **7. การลงทุน** | มีระบบกลางเพื่อเชื่อมโยงงานบริการด้านการลงทุนระหว่างหน่วยงานผู้มีอำนาจในการอนุมัติเพื่อขอใบอนุญาตเริ่มต้นธุรกิจ | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อเชื่อมโยงหน่วยงานด้านการลงทุน ภายในประเทศจากผู้ประกอบการทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการสนับสนุนให้ผู้ประกอบการไทยไปลงทุนยังต่างประเทศ โดยใช้ Smart Contract ในกระบวนการขออนุญาตและอนุมัติ เพื่อสร้างความโปร่งใส่และตรวจสอบได้ |
| **8. การค้า (นำเข้า/ส่งออก)** | มีระบบบูรณาการนำเข้า/ส่งออก แบบครบวงจร เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถทำธุรกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้า/ส่งออกได้ | พัฒนาระบบ Blockchain โดยใช้ Smart Contract ในการสร้างบริการภาครัฐเกี่ยวกับการนำเข้า/ส่งออก เช่น บริการชำระเงิน, บริการ Escrow, การออกใบรับรองแหล่งกำเนิดของสินค้า (Certificate of Origin), ตราสารเครดิต (Letter of Credit: LC), หนังสือค้ำประกัน (Letter of Guarantee: LG), สินเชื่อ Factoring, Trade Finance โดยร่วมมือกับธนาคารรัฐและเอกชน |

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| **9. วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม** | มีระบบบูรณาการเชิงรุกเพื่อให้ข้อมูลความรู้และคำปรึกษาสำหรับการประกอบธุรกิจ แก่ SME แบบครบวงจร ณ จุดเดียว โดยมีภาครัฐเป็นผู้สนับสนุนระบบ ICT | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อเชื่อมโยงหน่วยงานด้านวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้ Smart Contract ในการสร้างบริการภาครัฐเกี่ยวกับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เช่น การติดตามผลการให้ทุนสนับสนุน ระบบสิทธิบัตร และการต่อยอดนวัตกรรม |
| **10. ภาษีและรายได้** | มีการบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในงานบริการด้านภาษี | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อเชื่อมโยงหน่วยงานที่กำกับดูแลด้านภาษี และการฟอกเงิน โดยปรับเปลี่ยนขั้นตอนการชำระภาษีจากแบบยื่นรายเดือนหรือรายปี เป็นการเก็บแบบอัตโนมัติด้วย Smart Contract เพื่อลดขั้นตอนการจัดเก็บภาษี และการตรวจสอบบัญชี |
| **11. การคมนาคม** | มีการบูรณาการข้อมูลด้านคมนาคมในการอำนวยความสะดวกและเพิ่มความปลอดภัยต่อภาคธุรกิจและภาคประชาชน | พัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลผู้ขับขี่ ประวัติผู้ขับขี่ และข้อมูลพาหนะ และตำแหน่งโดยผสานการทำงานระหว่างเทคโนโลยี Blockchain และ IoT |
| **12. สาธารณูปโภค** | มีระบบกลางเพื่อเชื่อมโยงงานบริการด้านสาธารณูปโภคระหว่างหน่วยงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านสาธารณูปโภคที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อเชื่อมโยงงานบริการด้านสาธารณูปโภคระหว่างหน่วยงาน โดยนำ Smart Contract มาใช้ในขั้นตอนการขอรับบริการและการชำระเงิน เพื่อสร้างความโปร่งใสและตรวจสอบได้ |

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| ยุทธศาสตร์ที่ 3: การยกระดับความมั่นคงและความปลอดภัย | | |
| 13. ความปลอดภัยสาธารณะ | บูรณาการข้อมูลจากกล้องวงจรปิดเพื่อเฝ้าระวังและตรวจจับความเสี่ยงก่อนเกิดเหตุ โดยบริหารจัดการผ่านระบบศูนย์บัญชาการ | พัฒนาระบบ Identity และ Authentication ของกล้องวงจรปิดภาครัฐ รวมถึงการอนุญาตให้กล้องวงจรปิดของภาคเอกชนสามารถเข้าร่วมได้ โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain อีกทั้งยังสามารถนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้กับร่วมกับระบบ Preventive Maintenance ในการกำหนดการซ่อมบำรุง โดยใช้ Smart Contract |
| 14. การบริหารจัดการชายแดน | ขยายผลจากระบบพิสูจน์ตัวตนด้วยลายนิ้วมือให้ครอบคลุมทุกด้าน สามารถรองรับพลเมืองและชาวต่างชาติที่มีการลงทะเบียน | การเชื่อมโยงข้อมูล Identity ข้อมูล Biometric และข้อมูลสุขภาพของผู้ผ่านแดน จากระบบตรวจคนเข้าเมือง ศูนย์ควบคุมโรค หน่วยงานป้องกันการก่อการร้ายข้ามชาติ ผ่านเทคโนโลยี Blockchain เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทำงานของเจ้าหน้าที่ |
| 15. การป้องกันภัยธรรมชาติ | ระบบวิเคราะห์และคาดการณ์ภัยธรรมชาติจากข้อมูลและระบบจำลองสถานการณ์ เพื่อติดตามและบริหารจัดการภัยธรรมชาติ | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากหลาย หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ที่น่าเชื่อถือ และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับโมเดลการพยากรณ์ โดยสร้างข้อมูลที่น่าเชื่อถือ (Oracle) สำหรับการจัดทำระบบจำลองสถานการณ์ เพื่อติดตามและบริหารจัดการภัยธรรมชาติ |
| 16. การจัดการในภาวะวิกฤต | บูรณาการข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการติดตามและบริหารจัดการวิกฤต | การเชื่อมโยงข้อมูล Identity ข้อมูล Biometric ข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลเส้นทางทางการเงิน ข้อมูลกล้องวงจรปิด เข้ากับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการติดตามและบริหารจัดการภาวะวิกฤต |

| ขีดความสามารถ | รายละเอียด | การนำเทคโนโลยี Blockchain มาประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| ยุทธศาสตร์ที่ 4: การยกระดับประสิทธิภาพภาครัฐ | | |
| **17. การจัดซื้อจัดจ้าง** | มีระบบกลางในการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ เพื่อให้สามารถควบคุมความโปร่งใสและเพิ่มประสิทธิภาพได้ | พัฒนาระบบ Blockchain เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงระบบ Identity ของบุคคลและนิติบุคคล เข้ากับข้อมูลคู่สัญญาที่ถูกขึ้นบัญชีดำ (Blacklist) เพื่อใช้ในกระบวนงานจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ ยกตัวอย่างเช่น วิธีการประกวดราคา Bidding การประมูลจัดซื้อจัดจ้าง (Auction) การตรวจรับงาน และการติดตามผลการดำเนินงาน และออกรายงานประจำปีของแต่ละหน่วยงานด้วย Smart Contract |

ดังนั้นหากมีการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อสนับสนุนการบูรณาการบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐจริง จะสามารถช่วยสนับสนุนโครงการต่าง ๆ ที่สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (สพร.) กำลังดำเนินการอยู่ได้ ยกตัวอย่างเช่น

1

## ระบบยืนยันตัวบุคคลกลาง
## e-Authentication Service

ระบบยืนยันตัวบุคคลกลาง (e-Authentication Service) เพื่อให้ประชาชน และเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐสามารถเข้าถึงระบบสารสนเทศต่าง ๆ ของรัฐ ทั้งที่เป็นระบบบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (e-Service) และระบบงานภายในของภาครัฐ (Back Office) ได้ โดยมีการควบคุมและรักษาความปลอดภัยด้วยมาตรการอันเหมาะสม นอกจากนี้ระบบยืนยันตัวบุคคลดังกล่าวยังรองรับการเข้าถึงระบบงานแบบรวมศูนย์ (Single Sign-On: SSO) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (e-Service) ต่าง ๆ ได้ด้วยการ Log in ครั้งเดียวโดยไม่จำเป็นต้องลงชื่อเข้าใช้งานซ้ำอีก ทั้งนี้ระบบยืนยันตัวบุคคลกลางเป็นก้าวสำคัญไปสู่การให้และรับบริการภาครัฐแบบครบวงจร ณ จุดเดียว (One Stop Service) ในลักษณะ Single Window Entry อันจะเป็นการอำนวยความสะดวกต่อประชาชนในการเข้าถึงบริการของรัฐได้อย่างบูรณาการ

2

## ศูนย์กลางแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ
## Government Data Exchange Center : GDX

ศูนย์กลางแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ (Government Data Exchange Center : GDX ) เป็นศูนย์กลาง ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเอกสารทะเบียนดิจิทัลระหว่างหน่วยงานภาครัฐ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชนและภาคเอกชน เมื่อใช้บริการจากภาครัฐ ช่วยให้หน่วยงานภาครัฐสามารถแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล และเมื่อภาครัฐสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลได้ จึงไม่จำเป็นต้องใช้สำเนาเอกสารในรูปแบบกระดาษต่อไป โดยในระยะแรกจะเริ่มนำร่องกับบริการภาครัฐที่มีการเรียกขอสำเนาบัตรประจำตัวประชาชน สำเนาทะเบียนบ้าน ภายใต้ “โครงการยกเลิกสำเนาเอกสาร” และขยายผลไปสู่บริการยกเลิกเรียกขอเอกสารทะเบียนดิจิทัล/ใบอนุญาตอื่น ๆ ต่อไป

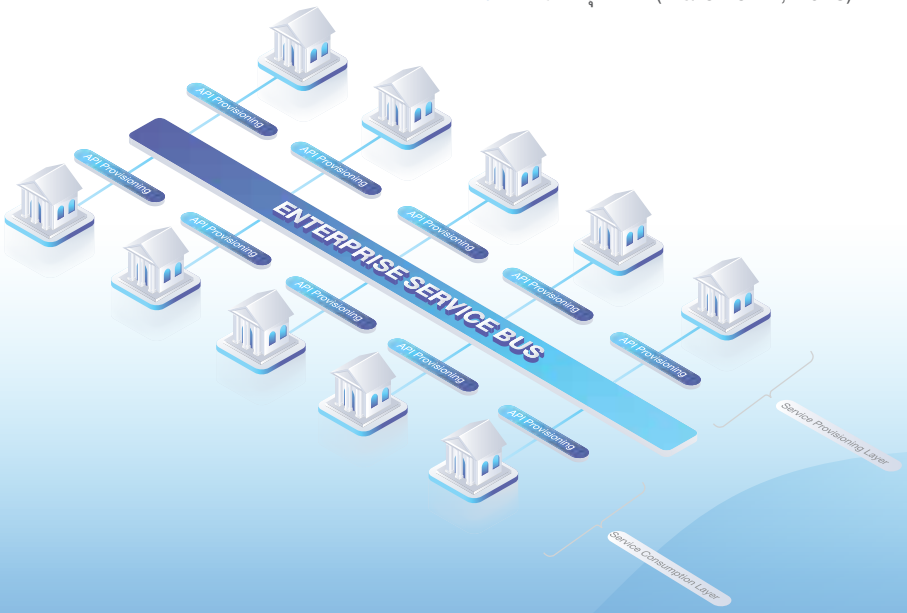
# การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อการบูรณาการบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ

ระบบบริการอิเล็กทรอนิกส์ (e-Service) ของภาครัฐไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังขาดการบูรณาการเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับระบบบริการอิเล็กทรอนิกส์ (e-Service) ของหน่วยงานอื่น ๆ ทำให้ประชาชนที่มาติดต่อหน่วยงานราชการต่าง ๆ ไม่ได้รับความสะดวกเท่าที่ควร อีกทั้งยังจำเป็นต้องใช้สำเนาหลักฐานในการเข้ารับบริการ ดังนั้นกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมหรือกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้จัดทำ กรอบแนวทางเชื่อมโยงรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ เวอร์ชัน 2.0 เพื่อให้เกิดการพัฒนาระบบบริการร่วม e-Service ให้สามารถให้บริการภาครัฐแบบครบวงจร ณ จุดเดียว (One Stop Service)

โดยใช้สถาปัตยกรรมการออกแบบเชิงบริการ Services Oriented Architecture (SOA) เป็นแนวทางการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลของระบบต่าง ๆ ภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงาน พัฒนา Web Service สำหรับระบบงานภายในของหน่วยงาน และใช้ช่องทางการสื่อสารทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมระหว่าง Web Service ต่าง ๆ ที่หน่วยงานรัฐที่จัดทำขึ้น ทั้งฝ่ายให้บริการ (Service Provisioning) และฝ่ายรับบริการ(Service Consumption) โดยใช้ API ในการส่งข้อมูลผ่าน Enterprise Service Bus (ESB) เป็นเครื่องมือช่วยลดอุปสรรคของความหลากหลายของเทคโนโลยีการเชื่อมโยงข้อมูลในการเปิดช่องทางบริการให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการสื่อสารกับระหว่าง Web Service ของหน่วยงานภาครัฐดังแสดงในรูปภาพที่ 21

**รูปภาพที่ 21:** ระบบบูรณาการการให้บริการภาครัฐโดยใช้ Enterprise Service Bus (ESB)

ที่มา: ปรับปรุงจาก (Marchionni, 2018)



ข้อควรพิจารณาการออกแบบสถาปัตยกรรมการส่งข้อมูลผ่าน Enterprise Service Bus (ESB) มีดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงจากกระบวนการทำงานของ e-Service ที่ให้บริการ (และบริการที่เกี่ยวข้อง) อาจมีผลต่อหน่วยงานที่ใช้ e-Service นั้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อผู้ให้บริการดำเนินการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่ใช้ภายในตัวบริการหรืออุปกรณ์เชื่อมต่อ Firewall

2. ทุกครั้งที่มีการเรียกใช้ e-Service กับบริการอื่น ๆ ต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของการป้อนข้อมูลหรือทุกพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น และเครื่องแม่ข่ายทำงานหนักขึ้นทำให้ลดประสิทธิภาพโดยรวม

3. การบูรณาการระหว่างหน่วยงานอาจกลายเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เนื่องจากความแตกต่างของระบบรักษาความปลอดภัยและข้อกำหนด (แม้ว่า Enterprise Service Bus จะทำงานได้อย่างถูกต้อง)

4. ต้องมีการแลกเปลี่ยนใบรับรอง เช่น Certificate Authority (CA) เพื่อรับรองว่าได้ให้ไว้ซึ่งเอกสารที่น่าเชื่อถือ

5. การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่มีราคาแพงสำหรับการจัดเตรียมการให้บริการและความปลอดภัยภายในหน่วยงาน

6. แต่ละหน่วยงานต้องมีการตั้งทีมสนับสนุน (ตาม SLA ที่ตกลง) เพื่อรองรับความล้มเหลวในการให้บริการ

7. กระบวนการพัฒนา Service ที่ต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน มีขั้นตอนและใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมาก เช่น การทำบันทึกข้อตกลงร่วมกัน (MOU) การศึกษากระบวนการหรืออาจต้องทำการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานของหน่วยงานเพื่อการเชื่อมโยงข้อมูล การรับส่งข้อมูล การพัฒนาระบบ และการทดสอบระบบ

ดังนั้นการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการเชื่อมโยงงานบริการภาครัฐ แทนการใช้ Enterprise Service Bus (ESB) ดังแสดงในรูปภาพที่ 22

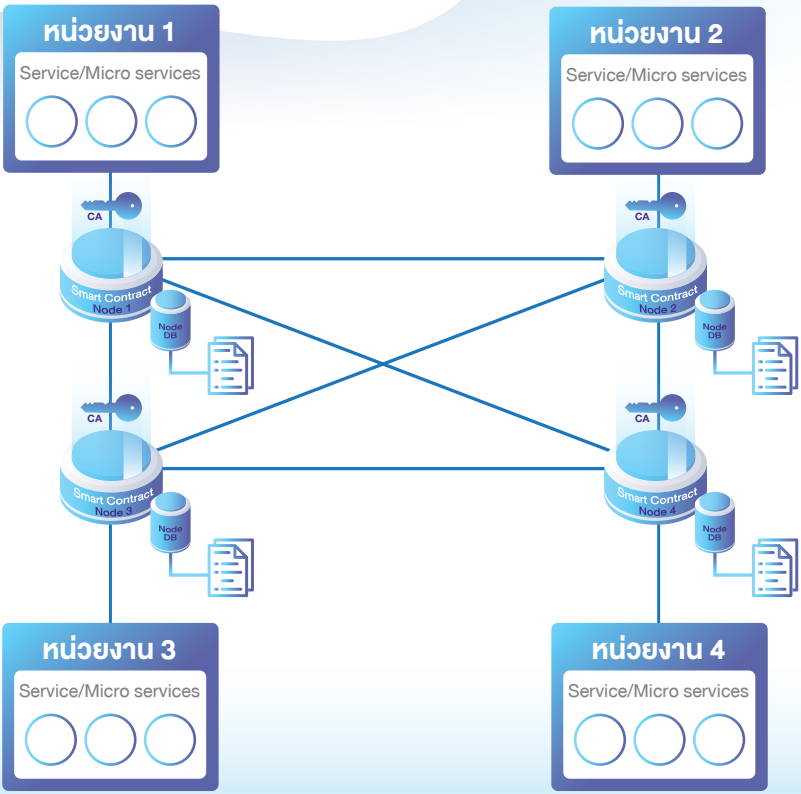
**รูปภาพที่ 22:** การเชื่อมโยงบูรณาการการให้บริการภาครัฐโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain

ที่มา: ปรับปรุงจาก (Marchionni, 2018)

โดยเป็นการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer และใช้ APIs ของ Node แต่ละตัวเชื่อมกับ Web Service ที่หน่วยงานจัดเตรียมไว้ในการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลทะเบียนของหน่วยงานในเครือข่าย Blockchain โดยแต่ละ Node จะทำการจัดเก็บข้อมูลชุดเดียวกัน และใช้กระบวนการ Consensus ในการตรวจสอบความถูกต้องของรายการธุรกรรม ก่อนทำการจัดเก็บข้อมูลลง Block ทั้งนี้รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลลงใน Blockchain อาจอยู่ในรูปแบบ On Chain[7] หรือ Off Chain ตามความเหมาะสมในการออกแบบ และมี CA (Certification Authority) ในการรับรองรายการธุรกรรมว่าเป็นธุรกรรมของหน่วยงานนั้นจริง ทั้งนี้หน่วยงานแต่ละหน่วยงานจะต้องมี Node ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบ Light Node หรือ Full Node ติดตั้งอยู่ในเครือข่าย Blockchain เมื่อมีการเรียกใช้บริการระบบจะทำการแจกจ่าย Smart Contract ตามการ

[7] ในระดับของ Transaction Layer สามารถแบ่งประเภทของการจัดเก็บข้อมูลบน Blockchain ได้เป็น 2 ชนิดคือ 1) “On Chain” คือการที่ข้อมูล ถูกบันทึกลง Blockchain โดยตรง 2) “Off Chain” คือการบันทึกตำแหน่งหรือตัวชี้ตำแหน่ง (Pointer) ของข้อมูลลงบน Blockchain ข้อดีของการบันทึกข้อมูลลงบน Blockchain โดยตรงนั้นคือมั่นใจได้ว่าข้อมูลจะมีความปลอดภัยอันเนื่องมาจากคุณสมบัติการทำงานของ Blockchain และข้อมูลดังกล่าวสามารถมองเห็นได้ทันทีสำหรับผู้ที่ได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูล แต่ในเวลาเดียวกันการบันทึกข้อมูลที่ไฟล์ข้อมูลมีขนาดใหญ่นั้นย่อมส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการดำเนินการสร้าง Block อย่างแน่นอน อีกทั้งอาจจะส่งผลต่อการวางแผนเรื่องของขนาดระบบเพื่อรองรับข้อมูลจำนวนมหาศาลดังกล่าว ในทางตรงกันข้ามการเข้ารหัสลิงก์ หรือตัวชี้ตำแหน่งที่ข้อมูลถูกจัดเก็บอยู่แทนที่ข้อมูลจริง โดยผู้ใช้งานจะใช้ Private Key เพื่ออ่านข้อมูลใน Block ซึ่งก็คือลิงค์ หรือตำแหน่งที่จัดเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำไปสู่การเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวนั่นเอง ซึ่งจะเป็นการช่วยลดขนาดของข้อมูลที่ จะถูกบันทึกลงใน Block ได้ ยกตัวอย่างเช่น ฟิล์ม X-Ray และ MRI ซึ่งเป็นไฟล์รูปที่มีขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องเก็บเป็นลิงก์ หรือตัวชี้ตำแหน่งของข้อมูลแทน ดังนั้นองค์กรควรจะต้องพิจารณาถึงประเภทของข้อมูลด้วยในการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลบน Blockchain

บริการที่ผู้ใช้งานเลือกใช้ในบริการนั้น ๆ ไปยัง Node ต่าง ๆ บนเครือข่าย โดย Smart Contract จะเป็นตัวกำหนดหน้าที่ของแต่ละหน่วยงานระบุไว้ ซึ่งอาจมากกว่าหนึ่งหน่วยงานก็ได้ ในการดำเนินการตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ เมื่อหน่วยงานได้ดำเนินการครบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ กรณีดำเนินการเสร็จสิ้นตามสัญญาและระบบได้ตรวจสอบความถูกต้องของรายการธุรกรรม (Consensus) ก่อนทำการสำเนารายการการทำธุรกรรมดังกล่าวไปยัง Node ต่าง ๆ บนเครือข่าย Blockchain




**รูปภาพที่ 23:** องค์ประกอบทางเทคนิคการบูรณาการงานบริการภาครัฐบนเทคโนโลยี Blockchain

ที่มา: ปรับปรุงจาก (Jamsrandorj, 2017)

จากรูปภาพที่ 23 เป็นการแสดงองค์ประกอบทางเทคนิคการบูรณาการงานบริการภาครัฐบนเทคโนโลยี Blockchain ระหว่างหน่วยงานตั้งแต่สองหน่วยงานขึ้นไป เพื่อเห็นถึงองค์ประกอบและการเชื่อมต่อทางเทคนิค หลักการนี้สนับสนุนให้หน่วยงานต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ โดยใช้การควบคุมการเข้าถึง (Access Control System) หรือ Smart Contract ที่กระจายอยู่ตาม Node ต่าง ๆ ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะมี Microservices, Local Storage และ Node บนเครือข่าย Blockchain ในการสื่อสารระหว่างหน่วยงานบนเครือข่าย โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. Access Control Application ใช้ Smart Contract เป็นตัวกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้บริการ โดยแต่ละหน่วยงานสามารถกำหนดสิทธิ์ในการขอเข้าใช้บริการของหน่วยงานได้ด้วยตัวเองผ่าน Smart Contract และเรียกใช้ Services ต่าง ๆ ผ่าน APIs ได้แก่
   - การกำหนด Service หรือ Microservices
   - การให้สิทธิการเข้าถึงสำหรับ Service หรือ Microservices
   - การโอนสิทธิ์การเข้าถึง
   - การเพิกถอนสิทธิ์การเข้าถึง
   - การให้สิทธิ์การเข้าถึงสำหรับ Service หรือ Microservices
   - เรียกใช้ Service หรือ Microservices

2. Local Database ทุก Node จะมีฐานข้อมูลภายในใช้เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นบนเครือข่าย Blockchain เพื่อรับประกันว่าข้อมูลที่ถูกจัดเก็บเป็นสำเนาเดียวกัน

3. Services หรือ Microservices เป็นช่องทางการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบงานต่าง ๆ ภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงานโดยผ่านตัว Access Control เรียกใช้

4. Blockchain Cluster กลุ่มเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รูปแบบ Private และ Permission-Based Blockchain ใช้ในการแชร์ข้อมูลที่ต้องใช้รวมกันและเก็บประวัติรายการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดจาก Access Control สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรายการที่ถูกบันทึกในระบบได้

จากหลักการที่ได้อธิบายไปแล้วข้างต้น ทำให้สามารถออกแบบภาพรวมการใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อการบูรณาการบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ ดังแสดงในรูปภาพที่ 24

**รูปภาพที่ 24:** แสดงระบบนิเวศการให้บริการหน่วยงานภาครัฐ

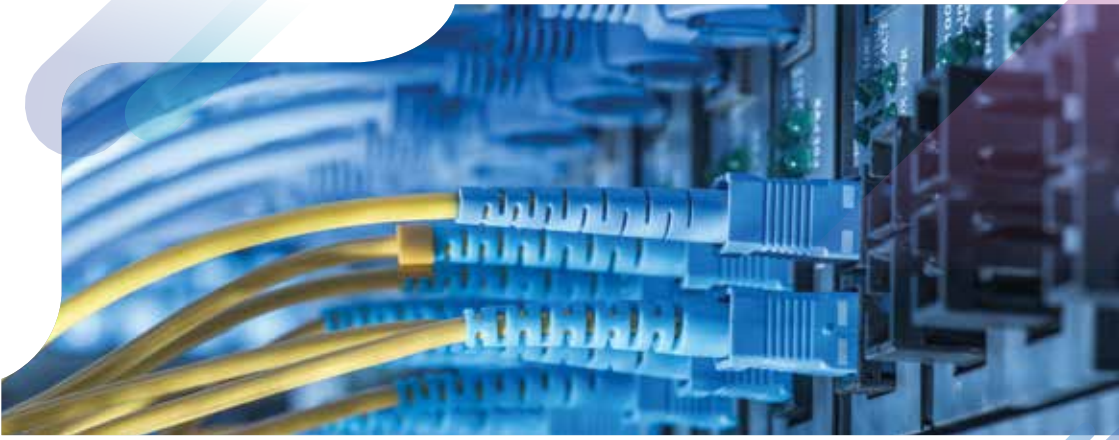
ที่มา: ปรับปรุงจาก (Cheng, Daub, Domeyer, & Lundqvist, 2017)

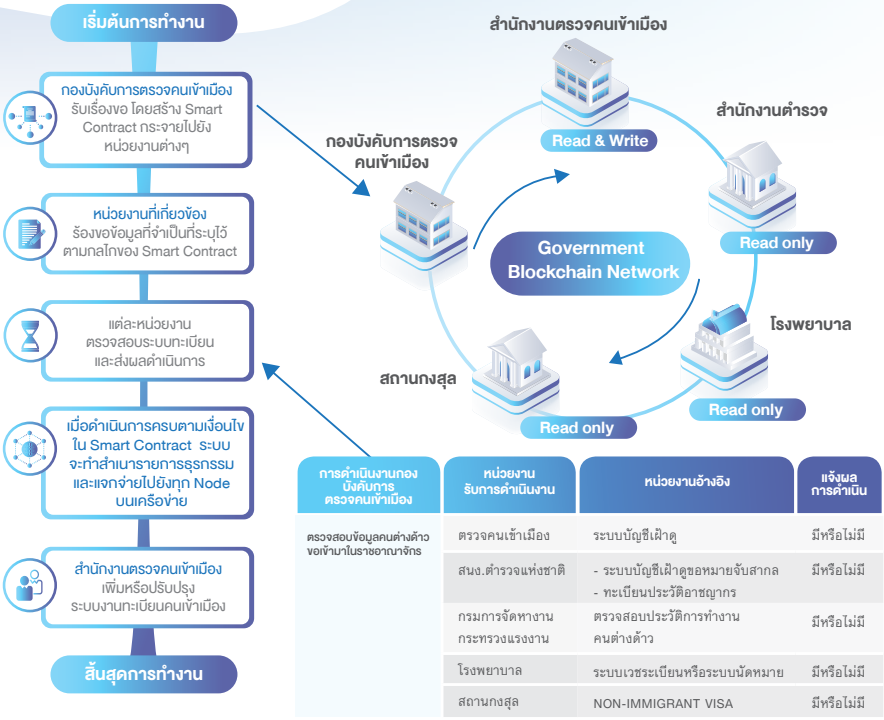
การให้บริการประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลทะเบียนต่าง ๆ ของตนหรือการให้หน่วยงานรัฐสามารถแชร์ข้อมูลที่จำเป็นระหว่างการทำธุรกรรม รายการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบจะถูกเข้ารหัสเก็บในฐานข้อมูลเฉพาะใน Blockchain ในรูปแบบ Private หรือ Permissioned Blockchain ที่ประชาชนต้องทำการยืนยันตัวตนผ่านเลขที่บัตรประชาชน เลขที่นิติบุคคล รหัสผ่านของผู้ใช้บริการของหน่วยงานนั้น ๆ การกำหนดสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลเพื่อเรียกดู (อ่าน) และการเพิ่มรายการธุรกรรมใหม่ (เขียน) หรือให้หน่วยงานมีสิทธิ์ในการอ่านหรือเปลี่ยนแปลงรายการข้อมูลธุรกรรมของประชาชนโดยใช้กุญแจสาธารณะ (Public Key) ในการแชร์ข้อมูลที่จำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลระหว่างหน่วยงานภาครัฐในการจัดทำธุรกรรมให้บริการแก่ประชาชนและกุญแจส่วนตัว (Private Key) สำหรับแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูล ผ่าน Smart Contract ซึ่งเป็นข้อตกลงสำหรับการควบคุมการดำเนินการจัดทำธุรกรรมตามที่กำหนดไว้ใน Smart Contract ของธุรกรรมนั้น ๆ เป็นกลไกในการควบคุมลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ว่าใครจะเป็นผู้เห็น เห็นอะไรได้บ้าง เมื่อไร และดำเนินการอย่างไร

## ตัวอย่างการบูรณาการงานบริการภาครัฐด้วยเทคโนโลยี Blockchain (Government Service Blockchain)

กรณีการดำเนินการขออนุญาตเข้ามาในราชอาณาจักรเป็นการชั่วคราวเพื่อเข้ารับการรักษาพยาบาลของคนต่างด้าวของเจ้าหน้าที่ประจำด่านตรวจคนเข้าเมืองที่ประจำอยู่ตามแนวชายแดน ดังแสดงในรูปภาพที่ 25

| การดำเนินงานกองบังคับการตรวจคนเข้าเมือง | หน่วยงานรับการดำเนินงาน | ระบบงานอ้างอิง |
|---|---|---|
| ตรวจสอบข้อมูลคนต่างด้าวขอเข้ามาในราชอาณาจักร | สนง.ตรวจคนเข้าเมือง | ระบบบัญชีเฝ้าดู |
| | สนง.ตำรวจแห่งชาติ | - ระบบบัญชีเฝ้าดูขอหมายจับสากล<br>- ทะเบียนประวัติอาชญากร |
| | กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน | ตรวจสอบประวัติการทำงานคนต่างด้าว |
| | โรงพยาบาล | ระบบเวชระเบียนหรือระบบนัดหมาย |
| | สถานกงสุล | NON-IMMIGRANT VISA |






| การดำเนินงานกองบังคับการตรวจคนเข้าเมือง | หน่วยงานรับการดำเนินงาน | หน่วยงานอ้างอิง | แจ้งผลการดำเนิน |
|---|---|---|---|
| ตรวจสอบข้อมูลคนต่างด้าวขอเข้ามาในราชอาณาจักร | ตรวจคนเข้าเมือง | ระบบบัญชีเฝ้าดู | มีหรือไม่มี |
| | สนง.ตำรวจแห่งชาติ | - ระบบบัญชีเฝ้าดูขอหมายจับสากล<br>- ทะเบียนประวัติอาชญากร | มีหรือไม่มี |
| | กรมการจัดหางานกระทรวงแรงงาน | ตรวจสอบประวัติการทำงานคนต่างด้าว | มีหรือไม่มี |
| | โรงพยาบาล | ระบบเวชระเบียนหรือระบบนัดหมาย | มีหรือไม่มี |
| | สถานกงสุล | NON-IMMIGRANT VISA | มีหรือไม่มี |

**รูปภาพที่ 25:** แผนภาพจำลองขั้นตอนการขออนุญาตเข้ามาในราชอาณาจักรชั่วคราว เพื่อเข้ารับการรักษาพยาบาล

ประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยี Blockchain ในการเชื่อมโยงงานบริการภาครัฐ สามารถจำแนกได้ตามผู้ใช้งาน ดังต่อไปนี้

## หน่วยงานผู้ให้บริการ

- การเผยแพร่ข้อมูล (Shared Data) การเปิดข้อมูลที่จำเป็นใช้งานร่วมกัน
- การทำงานร่วมกัน (Multiple Parties) การบันทึกหรืออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลในการดำเนินการจัดทำรายการธุรกรรม เพื่อให้บริการเรื่องใดเรื่องหนึ่งอาจมีหน่วยงานภาครัฐมากกว่าหนึ่งร่วมดำเนิน การโดยกำหนดพื้นที่การเข้าถึงแหล่งข้อมูลแบบ Permissionless (Public Blockchain), Permissioned (Private หรือ Consortium Blockchain)

- ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
- สามารถตรวจสอบ (Auditability) การบันทึกรายการธุรกรรม (จากการให้บริการ) ภายในเครือข่าย Blockchain ได้ เมื่อเขียนแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือลบได้
- มี Access Control การกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการอนุญาตหรือปฏิเสธ เช่น รายการการร้องขอต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบว่าจะอนุญาตหรือปฏิเสธ เช่น สิทธิ์การเข้าใช้ทะเบียนข้อมูล การอ่าน การเขียน การแชร์ข้อมูล ของกลไกการดำเนินทางธุรกิจที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้บริการกับหน่วยงานหรือระหว่างหน่วยงาน
- การดำรงอยู่ของหลักฐาน (Proof of Existence) สามารถพิสูจน์ความเป็นเจ้าของจากหลักฐานที่ได้รับการทำธุรกรรม

**ผู้รับบริการ (ประชาชน หน่วยงานภาครัฐ)**

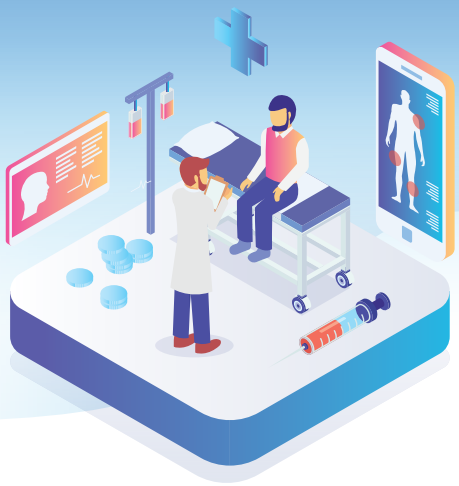
- ประชาชนผู้ยื่นคำขอไม่จำเป็นต้องจัดเตรียมหลักฐานด้านเอกสารต่าง ๆ ที่มีการเก็บอยู่ระบบงานทะเบียน ๆ ของหน่วยงานภาครัฐ
- ไม่ต้องรับรองสำเนาเอกสารช่วยลดโอกาสในการทุจริต
- หน่วยงานภาครัฐแต่ละแห่งดำเนินการตามกระบวนการภายในของตนเอง
- หากมีหน่วยงานรัฐหนึ่งเปลี่ยนแปลงกระบวนการหรืออุปกรณ์ภายในหน่วยงานจะไม่มีผลกระทบหน่วยงานอื่น ๆ เนื่องจาก Node แยกกันเป็นอิสระ
- ไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการเชื่อมต่อโดยตรง เนื่องจากได้รับการรับรองโดยพื้นฐานโปรโตคอลการแจกจ่ายของโปรโตคอล Blockchain และ APIs แบบมาตรฐาน
- ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูล

# กรณีศึกษาการจัดทำระบบต้นแบบ e-Referral โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain

การพัฒนาระบบต้นแบบ e-Referral โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain เกิดจากแนวคิดในการพัฒนาระบบเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพแห่งชาติ (National Health Information Exchange Platform) ที่เชื่อมต่อทุกหน่วยงานด้าน Healthcare เข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นโรงพยาบาล คลินิก หน่วยงานประกันสุขภาพ หน่วยงานวิจัย และหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้แบบเรียลไทม์ ภายใต้มาตรฐานข้อมูลสุขภาพเดียวกัน อีกทั้งยังจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้ป่วยเป็นสำคัญ

โดยแนวคิดดังกล่าวอ้างอิงและสอดคล้องกับรายงานการวิเคราะห์ยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสุขภาพ (eHealth) จัดทำโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2558 ในกลยุทธ์ที่ 2: ว่าด้วยการพัฒนาคลังข้อมูลสุขภาพ โดยมีเป้าหมายส่วนหนึ่งเพื่อต้องการให้ผู้ป่วยที่ต้องส่งต่อไปรับการรักษายังสถานบริการอื่นจะต้องได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยสถานบริการต้นทางมีข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพรายบุคคลเพื่อการกำกับติดตาม เฝ้าระวัง และดูแลปัญหาสุขภาพของประชาชนในเขตพื้นที่รับผิดชอบ ดังนั้นส่วนหนึ่งของมาตรการเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ก็คือการพัฒนาระบบการแลกเปลี่ยนและส่งต่อผู้ป่วยระหว่างสถานบริการทุกระดับจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางการแพทย์เพื่อการส่งต่อผู้ป่วย (Medical Record Exchange) ทั้งแบบผู้ป่วยทั่วไปและเร่งด่วน เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถไปรับบริการจากสถานบริการใดก็ได้

รวมถึงรายงานการวิเคราะห์ยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสุขภาพ (eHealth) จัดทำโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2560-2569 ในยุทธศาสตร์ที่ 3: ว่าด้วยการสร้างมาตรฐานของระบบข้อมูลสุขภาพ การบูรณาการข้อมูลสารสนเทศ และการเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกลยุทธ์ที่ 1: ว่าด้วยการสร้างมาตรฐานระบบข้อมูลสุขภาพที่สามารถ



แลกเปลี่ยนและเชื่อมโยง (Standards and Interoperability) กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงยุทธศาสตร์ที่ 4: ว่าด้วยการขับเคลื่อนและพัฒนานวัตกรรมระบบบริการและโปรแกรมประยุกต์ด้าน eHealth ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบบริการสุขภาพ (Healthcare Service Delivery) และประชาชน โดยสนับสนุนให้มีโครงการต้นแบบที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นกลไกในการขับเคลื่อน eHealth ที่มีประสิทธิภาพ

ประกอบกับการขับเคลื่อนการปฏิบัติงานในระบบบริการสุขภาพให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพ (Health Information Exchange) ที่สะดวกรวดเร็วและปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการตรวจรักษาผู้ป่วย การส่งต่อผู้ป่วย การเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพของประชาชน การเบิกจ่ายประกันสุขภาพ การป้องกันโรคระบาด ไปจนถึงการตัดสินใจวางแผนและพัฒนานโยบายด้านสุขภาพ โดยเฉพาะในเรื่องการส่งต่อผู้ป่วย (Patient Referral) การขาดประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพระหว่างโรงพยาบาลได้สร้างปัญหาตามมามากมาย ทั้งกับแพทย์ที่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดของผู้ป่วยได้ก่อนรับการส่งต่อ ทั้งกับผู้ป่วย และโรงพยาบาลหรือคลินิกที่มีความไม่สะดวกในการเบิกจ่าย รวมไปถึงหน่วยงานประกันสุขภาพที่ไม่สามารถติดตามและตรวจสอบการส่งต่อเพื่อนำไปปรับปรุงนโยบายและกฎระเบียบให้ดียิ่งขึ้นได้

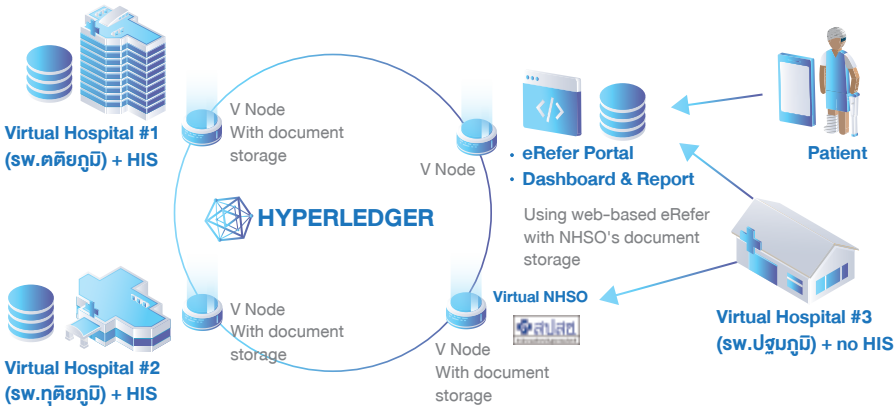
ปัญหาหลักในปัจจุบันของระบบข้อมูลสุขภาพของประเทศซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพเกิดจากการทำงานเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนของบุคลากรด้านสาธารณสุข การไม่มี

มาตรฐานของข้อมูล การไม่มีระบบกลางแลกเปลี่ยนข้อมูลของประเทศ ปัญหาความปลอดภัยทางไซเบอร์ของการแลกเปลี่ยนข้อมูลข้ามองค์กร ปัญหาเกณฑ์การกำกับดูแลที่ไม่ชัดเจน ซึ่งปัญหานี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบกับหน่วยงานผู้ให้บริการทางสาธารณสุขเท่านั้น ตัวประชาชนเจ้าของข้อมูลเองก็ไม่สามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ข้อมูลสุขภาพของตนเองได้อีกด้วย โดยปัญหาการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยเทคโนโลยี Blockchain ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสำหรับการเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ (Interoperability) ที่มีประสิทธิภาพ ข้อมูลมีความถูกต้อง โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งสามารถเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ไขปัญหาด้านข้อมูลสุขภาพของประเทศได้

ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวไปแล้วข้างต้น สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล องค์การมหาชน (สพร.) จึงได้ร่วมมือกับสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 13 กรุงเทพมหานคร ในการพัฒนาระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อต่อยอดนวัตกรรมการบริการของหน่วยงานภาครัฐ รวมถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี Blockchain จนนำไปสู่การยกระดับภาครัฐไทยสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล ที่มีการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน ตั้งแต่การเชื่อมโยงข้อมูล การบริการ ไปจนถึงการดำเนินงานได้

## ภาพรวมสถาปัตยกรรมระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain

ภาพรวมของระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain ประกอบไปด้วย Blockchain Node จำนวน 4 Node เพื่อแทน Node ของโรงพยาบาลปฐมภูมิ โรงพยาบาลทุติยภูมิ โรงพยาบาลตติยภูมิ และผู้บริหารระบบ ดังแสดงในรูปภาพที่ 26

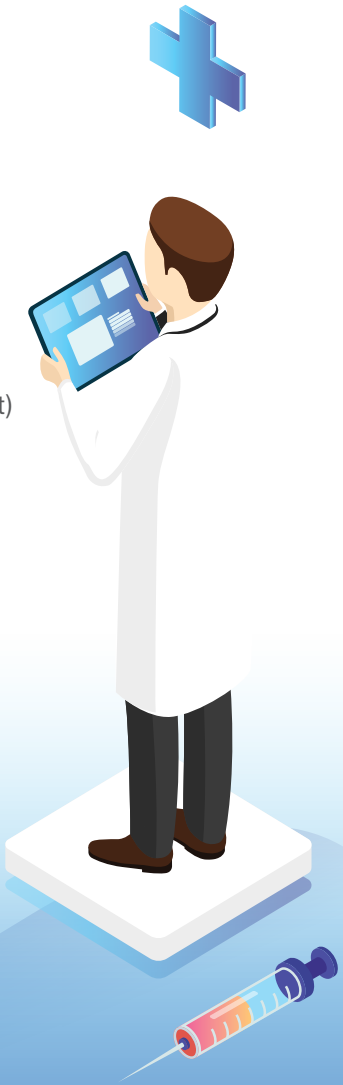



**รูปภาพที่ 26:** ภาพรวมสถาปัตยกรรมระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain

การออกแบบระบบต้นแบบดังกล่าว จะไม่เชื่อมต่อกับระบบบริหารข้อมูลโรงพยาบาล (Hospital Information System: HIS) โดยตรง แต่จะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเสมือน เพื่อจำลองสถานการณ์การเชื่อมต่อผ่าน Database View ที่โรงพยาบาลสร้างขึ้นไว้บนระบบ Cloud ส่วนตัว สำหรับงานระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพโดยเฉพาะ (ซึ่งปัจจุบันติดตั้งอยู่บนระบบ G-Cloud ของ สพร.) รวมถึงการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลสิทธิประกันสุขภาพที่ได้สมมติขึ้นด้วย ทั้งนี้ในการจัดทำระบบต้นแบบ e-Referral ได้คำนึงถึงสิทธิในการเป็นเจ้าของข้อมูลของผู้ป่วยเป็นสำคัญ ดังนั้นข้อมูลที่ถูกใช้ในการทดสอบระบบต้นแบบ e-Referral ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลผู้ป่วย ข้อมูลโรงพยาบาล จึงเป็นข้อมูลสมมติเพื่อใช้ในการทดสอบระบบต้นแบบ e-Referral เท่านั้น

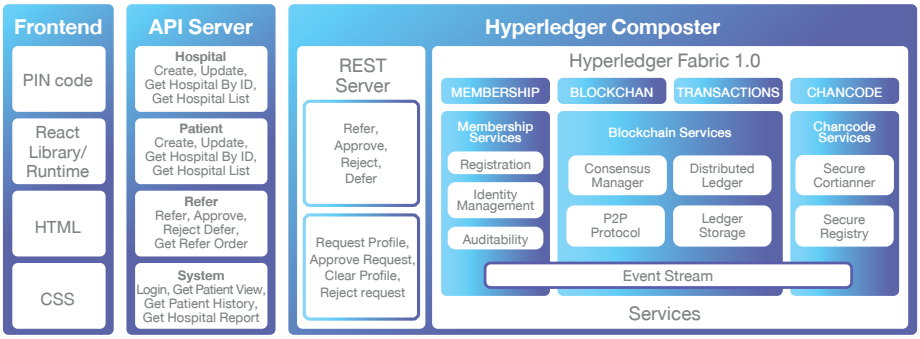
ทั้งนี้ในการจัดทำระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain ได้เลือกโครงสร้างฐานข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพเพื่อการส่งต่อผู้ป่วย OPD, IPD และ AE/ER สำหรับหน่วยบริการในระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร หรือที่รู้จักกันในชื่อระบบ 13 แฟ้ม มาเป็นมาตรฐานข้อมูลสุขภาพในโครงการนี้ โดยมาตรฐานข้อมูลดังกล่าวประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- ข้อมูลผู้ป่วย (PID- Patient Identification)
- ข้อมูลบุคคลอ้างอิง (NK1- Contact Person)
- ข้อมูลการแพ้ (AL1- Patient Allergy)
- ข้อมูลการส่งต่อ (RF1- Referral Information)
- ข้อมูลการวินิจฉัยโรค (DG1- Diagnosis)
- ข้อมูลอาการเจ็บป่วย (Vital Signs)
- ข้อมูลการเข้ามารับการรักษา (PV1- Patient Visit)
- ข้อมูลทำหัตถการและผ่าตัด (PR1- Procedure)
- ข้อมูลผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ (OBL- Observation LAB Result)
- ข้อมูลผลตรวจจากภาพถ่ายทางการแพทย์ (OXB- Observation X-Ray Result)
- ข้อมูลยาและเวชภัณฑ์ (RXO- Pharmacy/ Treatment Order)
- ข้อมูลผู้ให้บริการ (PRD- Provider Data)
- ข้อมูลการนัดหมายต่อเนื่อง (APP- Appointment Information)



โดยเลือกใช้ Hyperledger Fabric เวอร์ชัน 1.0 ซึ่งเป็น Open Source ในการพัฒนาระบบต้นแบบดังกล่าว โดย Hyperledger Fabric คือ Blockchain Platform ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ Hyperledger ของ Linux Foundation และเป็นเทคโนโลยี Blockchain ประเภท Private หรือ Permissioned Blockchain ที่มีสถาปัตยกรรมแบบ Modular และสามารถเขียน Smart Contract เพื่อให้ทำงานตามเงื่อนไขได้ โดยบรรจุขั้นตอนการตรวจสอบต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น การเรียกดูข้อมูลผู้ป่วย ประวัติการรักษา การนัดหมาย รวมถึงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการส่งต่อผู้ป่วยของโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ Smart Contract ในการควบคุมขั้นตอน

การตรวจสอบต่าง ๆ ซึ่งใช้ Chaincode เป็นเครื่องมือในการจัดทำ Smart Contract ทั้งนี้ในการพัฒนาระบบต้นแบบดังกล่าว ได้นำเอา Business Logic มาเป็นเงื่อนไขในการสร้าง Smart Contract และ Deploy ลง Hyperledger Fabric ผ่าน Composer และสร้าง API ด้วย REST Sever ของ Composer เพื่อเป็นส่วนติดต่อกับระบบ ดังแสดงในรูปภาพที่ 27




**รูปภาพที่ 27:** รายละเอียดการออกแบบระบบต้นแบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain

ทั้งนี้ REST Server ของ Hyperledger Composer จะสร้าง REST API ขึ้นมาให้อัตโนมัติจาก Composer Model ซึ่ง API ของระบบต้นแบบ e-Referral บน REST Sever ประกอบไปด้วย 8 API ดังต่อไปนี้

- **Refer:** ใช้เพื่อเริ่มการขอส่งต่อผู้ป่วย
- **Approve:** รับการส่งต่อผู้ป่วย
- **Reject:** ปฏิเสธการส่งต่อผู้ป่วย
- **CancelReject:** ยกเลิกการปฏิเสธการส่งต่อ
- **Defer:** ขอเลื่อนเวลาส่งต่อ
- **RequestProfile:** ขอดูข้อมูลผู้ป่วย
- **ApproveRequest:** ผู้ป่วยเจ้าของข้อมูลอนุญาตให้ดูข้อมูลของตนเอง
- **ClearProfile:** ปิดการเข้าถึงข้อมูลเมื่อหมดเวลาที่อนุญาตให้เข้าดูข้อมูล

แต่เนื่องจาก API บน REST Server ที่ถูกสร้างโดยอัตโนมัติจาก Hyperledger Composer นั้นเป็น API ทั้งหมดของระบบดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งหลายตัวเป็น API ที่ไม่ต้องการเปิดให้ระบบภายนอกเรียกใช้ หรือมี Data Format ที่เข้าใจยากสำหรับผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ Blockchain ดังนั้น การพัฒนาระบบต้นแบบ e-Referral ด้วยเทคโนโลยี Blockchain จึงสร้าง API Server ขึ้นมาเป็น Middle Tier โดยทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อ API สำหรับการเรียกใช้งาน ซึ่งประกอบไปด้วย 5 API ดังต่อไปนี้

**Hospital: API เกี่ยวกับโรงพยาบาล**

End point: /v1/api/hospital

Method: POST Create Hospital

PUT Update Hospital

GET Get Hospital List

GET Get Hospital By ID

DEL Delete Hospital

**Patient: API เกี่ยวกับผู้ป่วย**

End point: /v1/api/patient

Method: POST Create Patient

PUT Update Patient

GET Get Patient List

GET Get Patient By ID

DEL Delete Patient

**Transaction: API**

**เกี่ยวกับการส่งต่อผู้ป่วย**

End point: /v1/api/transaction/refer

Method: GET Get Refer

POST Refer

POST Approve

GET Get Refer Order

POST Cancel Reject

POST Reject

POST Defer

End point: /v1/api/queries/selectpatient/

Method: GET Select Patient

GET Select Refer Order

GET Select Refer Order copy

Other

Method: POST Login

GET Get Refer Incoming List

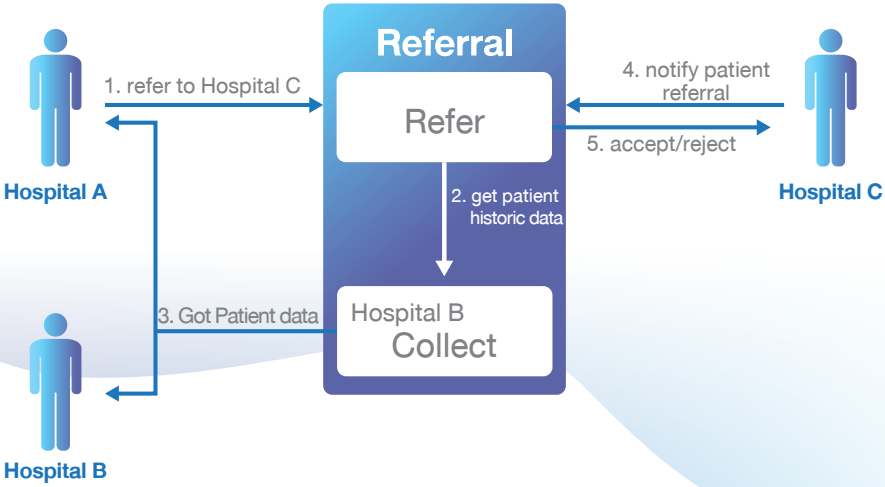
GET Get Refer Outgoing List

POST Hospital Refer

GET Get Patient View

ในส่วนสุดท้ายของการออกแบบระบบต้นแบบ e-Referral คือ การพัฒนาส่วนของ Front End เพื่อใช้โต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยการพัฒนาในส่วนดังกล่าวใช้ ReactJS เป็น Framework และ Cascading Style Sheet หรือ CSS ในการจัดรูปแบบการแสดงผลของเอกสาร HTML

โดยในลำดับถัดไปเป็นการแสดงตัวอย่างเพียงบางส่วนของ ขั้นตอนการส่งต่อผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain ดังแสดงในรูปภาพที่ 28




**รูปภาพที่ 28:** แผนภาพแสดงขั้นตอนการส่งต่อผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาล

การส่งต่อผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาล ซึ่งในกรณีนี้จะเกิดขึ้นจากการประเมินของแพทย์จำเป็นต้องส่งต่อการรักษาโดยส่งให้เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลปฐมภูมิ (โรงพยาบาล A) เป็นผู้คีย์ข้อมูลการส่งต่อผู้ป่วยให้โรงพยาบาลที่มีความพร้อมมากกว่า เริ่มจากเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล A เข้าใช้ระบบ e-Referral จาก Username Password ของโรงพยาบาล A เพื่อเข้าสู่หน้าจอการดำเนินงานซึ่งเทียบได้กับ Wallet ของ Blockchain และได้รับ Public Key และ Private Key เพื่อใช้สำหรับการเข้ารหัสรายการธุรกรรม โดยรายการธุรกรรมดังกล่าว คือ การขอส่งต่อผู้ป่วย เมื่อเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล A กดปุ่มเพื่อส่งรายการขอส่งต่อผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลทุติยภูมิ (โรงพยาบาล C) ระบบ e-Referal จะทำการส่งรายการขอส่งต่อผู้ป่วยซึ่งถูกเข้ารหัสด้วย Public Key พร้อม Smart Contract ว่าด้วยข้อกำหนดต่าง ๆ เกี่ยวกับการส่งต่อผู้ป่วย ไปยัง Node อื่น ๆ บนเครือข่าย Blockchain ของระบบ e-Referral และในกรณีที่โรงพยาบาล C ตอบรับการส่งต่อเพื่อรับเข้าเป็นผู้ป่วยของโรงพยาบาล C ดังนั้น โรงพยาบาล C จะสามารถเรียกดูประวัติการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยที่เคยเข้ารับการรักษาพยาบาลจากโรงพยาบาลอื่น ๆ ที่อยู่ในเครือข่าย Blockchain ของระบบ e-Referral ได้จากข้อกำหนดที่เขียนไว้ใน Smart Contract ว่าด้วยเรื่องข้อกำหนดในการส่งต่อผู้ป่วย

ในลำดับถัดไปเป็นการแสดงตัวอย่างหน้าจอการทำงานเพียงบางส่วนของระบบ e-Referral

**ตัวอย่างที่ 1** การบริหารสิทธิในการเข้าถึงและใช้งานข้อมูลผู้ป่วย โดยใช้ Smart Contract

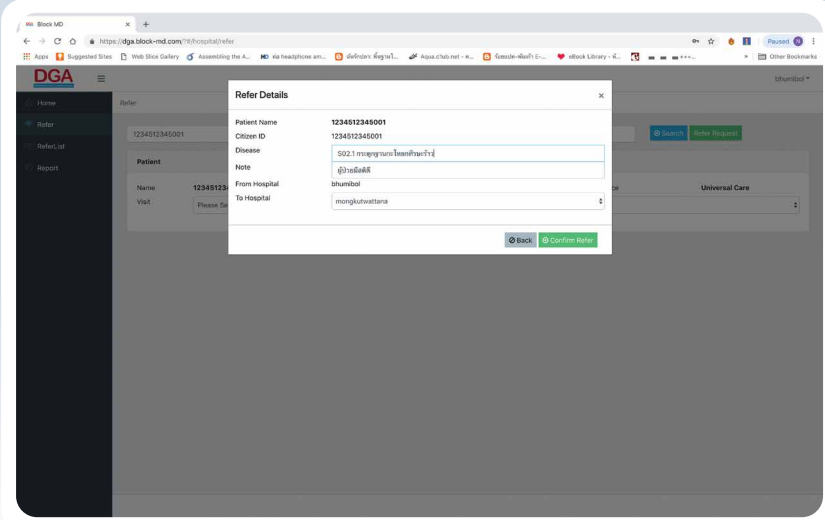
โรงพยาบาลต้นทางสามารถส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral

```
function requestProfile(req) {
  console.log(req);
    console.log("time stamp : " + req.timestamp.getTime());
    var NS = 'org.acme.blockmd';
    var id = Math.random().toString(36).substring(7)

     var profile = getFactory().newResource(NS, 'Profile','' + id);

      profile.state = 'REQUSET';
      profile.id = id;
      profile.requestId = req.id;
      profile.targetId = req.targetId;
      profile.name = req.name;
      profile.timeRequest = req.timestamp;
      return getAssetRegistry(NS + '.Profile')
          .then(function (assetRegistry) {
              return assetRegistry.add(profile);
          });
}
```

**รูปภาพที่ 29:** ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมของการบริหารสิทธิในการเข้าถึงและใช้งานข้อมูลผู้ป่วย โดยใช้ Smart Contract

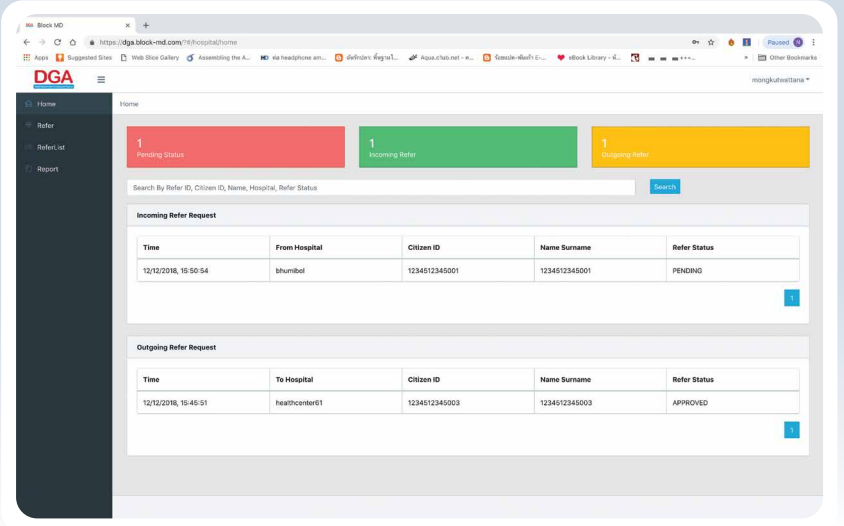
**ตัวอย่างที่ 2** ตัวอย่างหน้าจอการส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลปฐมภูมิ โรงพยาบาลทุติยภูมิ และโรงพยาบาลตติยภูมิ

**โรงพยาบาลต้นทางสามารถส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral**



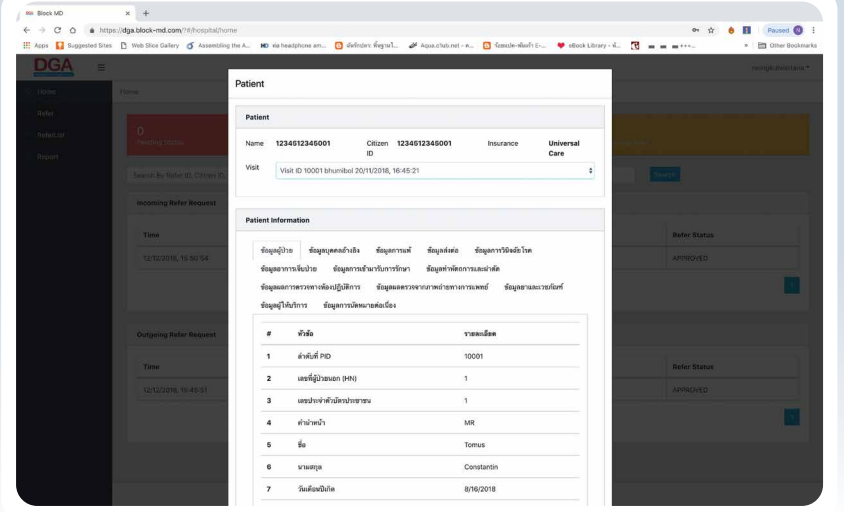

**รูปภาพที่ 30:** โรงพยาบาลต้นทางสามารถส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral

โรงพยาบาลปลายทางสามารถส่งคำขอส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral

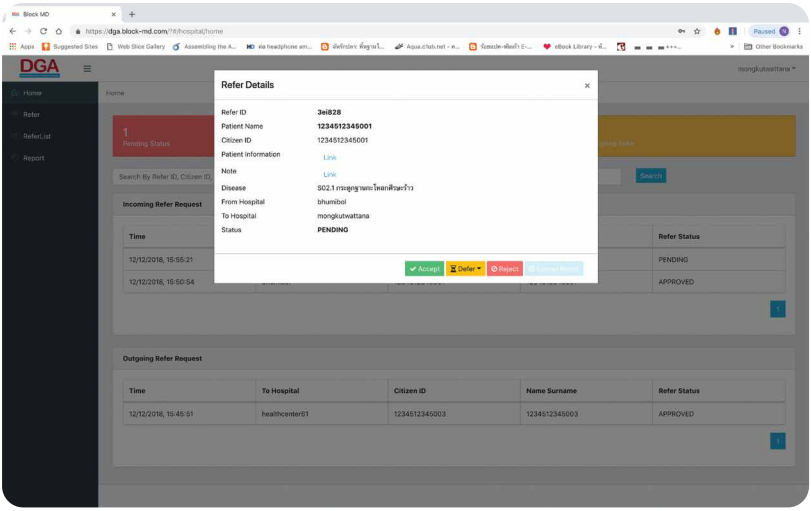



**รูปภาพที่ 31:** โรงพยาบาลปลายทางสามารถส่งคำขอส่งต่อผู้ป่วยผ่านหน้าจอระบบ e-Referral

โรงพยาบาลปลายทางสามารถเข้าดูข้อมูลผู้ป่วยในระบบ 13 แฟ้มได้




**รูปภาพที่ 32:** โรงพยาบาลปลายทางสามารถเข้าดูข้อมูลผู้ป่วยในระบบ 13 แฟ้มได้




**รูปภาพที่ 33:** โรงพยาบาลปลายทางสามารถตอบรับ ปฏิเสธ หรือขอเลื่อนเวลาการส่งต่อผู้ป่วยได้

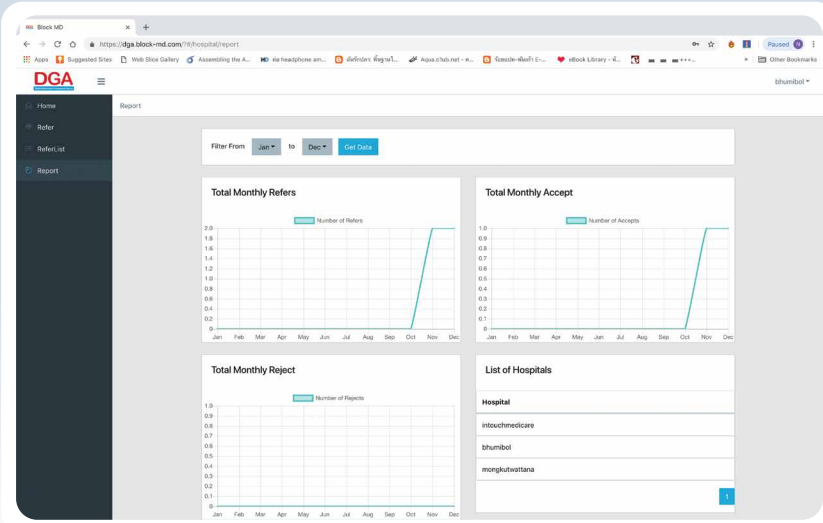
โรงพยาบาลปลายทางสามารถตอบรับ ปฏิเสธ หรือขอเลื่อนเวลาการส่งต่อผู้ป่วยได้


```
{
  "$class": "org.hyperledger.composer.system.HistorianRecord",
  "transactionId": "0235ab9bb503e5a817172841760393c913b8f2380110ec1b3ff3afc138221f5e",
  "transactionType": "org.hyperledger.composer.system.UpdateParticipant",
  "transactionInvoked": "resource:org.hyperledger.composer.system.UpdateParticipant#0235ab9bb503e5a817172841760393c913b8f2380110ec1b3ff3afc138221f5e",
  "participantInvoking": "resource:org.acme.blockmd.Hospital#20134201034 3",
  "identityUsed": "resource:org.hyperledger.composer.system.Identity#3560278008dae9a4d430d6b769ee326de6de706fd24d24a823af056c5b0bf491",
  "eventsEmitted": [],
  "transactionTimestamp": "2018-02-19T06:54:01.386Z"
},
{
  "$class": "org.hyperledger.composer.system.HistorianRecord",
  "transactionId": "0696ed733124d3167383b67fb25121c8aa65fff7d11a0b0ffeea63a9a13ba17c",
  "transactionType": "org.hyperledger.composer.system.UpdateParticipant",
  "transactionInvoked": "resource:org.hyperledger.composer.system.UpdateParticipant#0696ed733124d3167383b67fb25121c8aa65fff7d11a0b0ffeea63a9a13ba17c",
  "participantInvoking": "resource:org.acme.blockmd.Hospital#20134201034 3",
  "identityUsed": "resource:org.hyperledger.composer.system.Identity#3560278008dae9a4d430d6b769ee326de6de706fd24d24a823af056c5b0bf491",
  "eventsEmitted": [],
  "transactionTimestamp": "2018-02-19T08:12:48.524Z"
},
```


**รูปภาพที่ 34:** ตัวอย่าง Log การส่งต่อผู้ป่วยของระบบ e-Referral

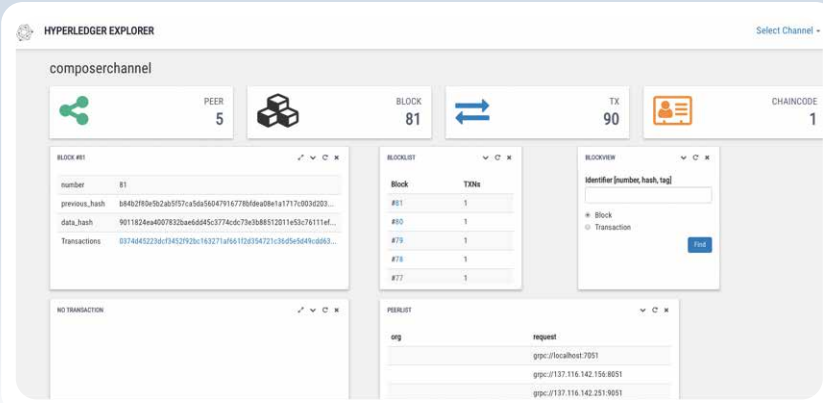
## ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายงาน

**หน้าจอ Dashboard แสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบ e-Referral**




**รูปภาพที 35:** หน้าจอ Dashboard แสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบ e-Referral

**หน้าจอสำหรับการ Performance Monitoring , Report และ Throughput ใน Component ต่าง ๆ ของระบบ Hyperledger Blockchain**




**รูปภาพที่ 36:** หน้าจอสำหรับการ Performance Monitoring , Report และ Throughput ใน Component ต่าง ๆ ของระบบ Hyperledger Blockchain

ทั้งนี้ผลจากการศึกษาการพัฒนาระบบต้นแบบ e-Referral พบว่าปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนาต่อยอดระบบต้นแบบ e-Referral เพื่อนำไปสู่การยกระดับการให้บริการประชาชน ประกอบด้วย

## 1 การกำหนดมาตรฐานข้อมูลสุขภาพ
## Health Data Standard

การกำหนดมาตรฐานข้อมูลสุขภาพ (Health Data Standard) เนื่องจากระบบสุขภาพของไทยได้รับการพัฒนาขึ้นจากหลายหน่วยงาน จึงมีความแตกต่างและหลากหลาย โดยแต่ละระบบจะมีการออกแบบฐานข้อมูลที่มีลักษณะเฉพาะของตนเอง จึงทำให้มีความแตกต่างและหลากหลายของโครงสร้าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบมาตรฐานข้อมูลสุขภาพขึ้นมา เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้

## 2 การประสานความร่วมมือ Cooperation

การประสานความร่วมมือ (Cooperation) ระหว่างหน่วยงานด้านสาธารณสุขทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน ในการเชื่อมต่อกับระบบบริหารจัดการข้อมูลโรงพยาบาล (Hospital Information System: HIS) ยกตัวอย่างเช่น HosXP, HosOS, Trackcare รวมถึงการเชื่อมต่อกับระบบหลักประกันสุขภาพ ดังนั้นหากสามารถเชื่อมโยงระบบ e-Referral เข้ากับฐานข้อมูลของระบบเหล่านี้ได้ จะช่วยลดความผิดพลาดจากการกรอกข้อมูล การทำงานที่ซ้ำซ้อน รวมถึงต้นทุนในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อีกทั้งยังสามารถทำให้เกิดการใช้ประโยชน์จากข้อมูลทางการแพทย์ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการแพทย์ต่อไปในอนาคตได้

# 3 โครงสร้างพื้นฐานด้านไอที
## IT Infrastructure

โครงสร้างพื้นฐานด้านไอที (IT Infrastructure) โครงสร้างพื้นฐานทางไอทีเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้การนำระบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain มาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ดังต่อไปนี้

### อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล
### Storage

เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเทคโนโลยี Blockchain โดยทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลร่วมกัน รวมถึงเก็บข้อมูลที่มีมูลค่า ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลสุขภาพ ประวัติการเข้ารับการตรวจรักษา

### ส่วนต่อเชื่อมกับระบบไอที ของโรงพยาบาล
### Hospital Interface

เนื่องจากระบบ e-Referral ต้องอ้างอิงข้อมูลจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ของโรงพยาบาล ดังนั้นส่วนต่อเชื่อมกับระบบไอทีของโรงพยาบาลจึงเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักที่สำคัญ เพื่อให้ระบบสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้แบบ Real-Time และมีความถูกต้อง

## ระบบการสื่อสาร

เนื่องจากผู้เข้าร่วมหรือสมาชิกในระบบ Blockchain จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อสื่อสารถึงกันตลอด ดังนั้นระบบการสื่อสารจึงเป็นโครงสร้างที่สำคัญเพื่อให้เกิดการสื่อสารกันภายในเครือข่าย ยกตัวอย่างเช่น การส่งข้อมูลสถานะทั่วไป การยืนยันตัวตนผู้เข้าร่วมระบบไปจนถึงข้อมูลการถ่ายโอนสินทรัพย์ที่มีมูลค่าภายในเครือข่าย

เนื่องจากเทคโนโลยี Blockchain มีลักษณะเป็นโครงสร้างแบบกระจาย (Distributed Architecture) ดังนั้น หน่วยงานหรือสมาชิกที่เข้ามาร่วมภายในเครือข่าย จำเป็นต้องเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ ทั้งฝั่งองค์กรเองและระบบการสื่อสาร เพื่อให้ระบบโดยรวมสามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

# 4 การเตรียมความพร้อมของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง
## Human Resource Management

กำลังคนและศักยภาพของบุคลากรด้านสาธารณสุขทั้งในส่วนของภาครัฐ และภาคเอกชน เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ระบบ e-Referral บนเทคโนโลยี Blockchain โดยสามารถจำแนกกลุ่มของบุคลากรที่เกี่ยวข้องตามการดำเนินงานออกเป็น 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

### ผู้ดูแลระบบ System Administrators

มีหน้าที่ในการดูแลระบบ กิจกรรมภายในระบบ การสื่อสารของระบบให้สามารถดำเนินการได้ปกติ รวมทั้งทำหน้าที่ในการนำระบบขึ้นใช้งาน (Deployment) การต่อเชื่อมและการปรับตั้งค่า (Configuration) ระบบของหน่วยงานให้เชื่อมต่อกับระบบ e-Referral ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

### ผู้บริหารระดับสูงในอุตสาหกรรมสาธารณสุข

มีหน้าที่ในการวางแผนยุทธศาสตร์เพื่อรองรับการใช้งานเทคโนโลยี วางนโยบายและกฎระเบียบต่าง ๆ ในการดำเนินการสั่งการ มอบหมายงาน และประเมินผลการทำงานแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง

## เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ Auditors

มีหน้าที่ในการตรวจสอบการทำงานของระบบ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมตามข้อตกลงที่กำหนดหรือไม่ เริ่มตั้งแต่การตรวจสอบธุรกรรมที่เกิดขึ้นภายในระบบ สิทธิการเข้าถึงของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงตรวจสอบความเที่ยงตรง (Integrity) ของธุรกรรมที่เกิดขึ้นและบัญชีที่จัดเก็บ เพื่อให้สอดคล้องกับกฎระเบียบที่มีการกำหนดขึ้น

## เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ System Operators

มีหน้าที่ในการดูแล ตรวจสอบการทำงาน (Monitoring) เพื่อให้การเชื่อมต่อระหว่างระบบ e-Referral และ Application ที่เกี่ยวข้องสามารถทำงานได้อย่างปกติและต่อเนื่อง

# เอกสารแนบท้าย 1

# ตารางสรุปตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain สำหรับงานบริการภาครัฐในต่างประเทศ

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ประเทศออสเตรเลีย | วุฒิสมาชิกประเทศออสเตรเลียได้มีการจัดตั้งคณะทำงานขึ้น เพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนการนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในประเทศออสเตรเลียทั้งภาครัฐและภาคเอกชน | ประกาศในปี 2017 | (Martinovic, Kello, & Sluganovic, 2017) |
| | ตลาดหลักทรัพย์ออสเตรเลีย (ASX) ได้ประกาศจะนำเทคโนโลยี Blockchain มาใช้เพื่อแทนที่ระบบการหักบัญชีและการชำระบัญชีปัจจุบัน ซึ่งก็คือระบบ CHESS (The Clearing House Electronic Sub- Register System) | ประกาศในปี 2017 และเริ่มใช้จริงในปี 2018 | (Martinovic et al., 2017) |
| ประเทศจีน | ระบบบริหารจัดการกองทุนประกันสังคมโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain (Social Security Funds Management System) | ประกาศในปี 2016 | (Martinovic et al., 2017) |
| | การประเมินมูลค่าสินเชื่อที่อยู่อาศัยโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain (Mortgage Valuations on Blockchain) | ประกาศในปี 2016 | (Martinovic et al., 2017) |
| | ระบบการบริหารจัดการสินทรัพย์โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain (Blockchain-Based Asset Custody System (PSBC)) | ประสบความสำเร็จในการใช้งาน โดยใช้งานจริงตั้งแต่ปี 2016 | (Martinovic et al., 2017) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| | การพัฒนาโครงการเมืองนวัตกรรมด้านพลังงาน (The Smart City Project of Energy Innovation) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain รวมกับเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น Cloud Computing, Big Data, IoT และ AI ขึ้นที่เมือง Hangzhou | ประกาศในปี 2016 | (Buterin, Mccaleb, Shen, & Bai, 2018) |
| | ระบบการจัดเก็บภาษี (Intelligent Tax System) โดยทำงานร่วมกับระบบใบแจ้งหนี้อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Invoice System) ซึ่งทำงานอยู่บนเทคโนโลยี Blockchain เพื่อป้องกันการหลีกเลี่ยงภาษี โดยใช้เอกสารใบแจ้งหนี้ปลอม | ประกาศในปี 2018 | (Sundararajan, 2018) |
| | ระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Food Supply Chain Traceability System) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2016 | (Mao, Wang, Hao, & Li, 2018) |
| นครรัฐดูไบ ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรต | ระบบบริหารจัดการข้อมูลและเอกสารภาครัฐ (Government Documents Management System) | อยู่ระหว่างดำเนินการ | (Martinovic et al., 2017) |
| | หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Passport) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2017 | (Martinovic et al., 2017) |
| | ระบบข้อมูลการขนส่งสินค้าแบบเรียลไทม์ (Real-time Shipment Information System) | ประกาศในปี 2017 | (Martinovic et al., 2017) |
| | ระบบจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาลของผู้ป่วย (Electronic Health Record System: EHRs) | ประกาศในปี 2017 | (Kong, 2018) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| | ระบบการออกใบรับรองเพชร (Diamond Certificate) โดย The Dubai Multi Commodities Centre ได้นำเทคโนโลยี Blockchain เข้ามาใช้ในการออกใบ Certificate ให้กับเพชร หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Kimberley Certificates” | ประกาศในปี 2017 | (Ngo, 2017) |
| | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) ภายใต้ชื่อโครงการ “Dubai Real-Estate Blockchain” | ประกาศในปี 2017 | (Journo, 2018) |
| ประเทศเอสโตเนีย | eID (electronic ID management system) | ใช้งานจริงแล้ว ปัจจุบันอยู่ระหว่างการอัพเกรดเวอร์ชัน | (Shen, 2016) |
| | ระบบบริหารจัดการข้อมูลสุขภาพ หรือ e-Health (Medical Information Management System) | ใช้งานจริงแล้ว ปัจจุบันอยู่ระหว่างการอัพเกรดเวอร์ชัน | (Basu, 2018) |
| | ระบบเอกลักษณ์ดิจิทัลข้ามชาติ หรือ e-Residency (A First-of-a-Kind A Transnational Digital Identity) | ใช้งานจริงแล้ว ตั้งแต่ปี 2015 | (Sullivan & Burger, 2017) |
| | ระบบศาลดิจิทัล (Digital Court System: e-Court) โดยใช้เทคโนโลยี KSI Blockchain มาช่วยในเรื่องของการป้องกันการปลอมแปลงเอกสาร หรือที่เรียกว่าระบบ e-File | ใช้งานจริงแล้ว ตั้งแต่ปี 2015 | (Jun, 2018) |
| | ระบบ Document Registries ต่าง ๆ เช่น Business Registry, Property Registry, Succession Registry และ Healthcare Registry | ใช้งานจริงแล้ว ตั้งแต่ปี 2015 | (Martinovic et al., 2017) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| | ระบบการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง (i-Voting) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ใช้งานจริงแล้วตั้งแต่ปี 2015 | (Electronic Voting Committee, 2016) |
| ประเทศฝรั่งเศส | ระบบการการซื้อขายหลักทรัพย์ที่ไม่เป็นหลักทรัพย์จดทะเบียน | ประกาศในปี 2017 | (Martinovic et al., 2017) |
| ประเทศกานา | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) โดย NGO “Bitland” | อยู่ระหว่างดำเนินการ | (Aitken, 2016) |
| ประเทศจอร์เจีย | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) | อยู่ระหว่างดำเนินการ | (Jardine, 2018) |
| ประเทศฮอนดูรัส | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) | ประกาศในปี 2015 แต่โครงการล้มเหลว | |
| ประเทศรัสเซีย | ระบบบริหารจัดการข้อมูลและเอกสารภาครัฐ (Government Documents Management System) | ประกาศในปี 2016 | (Higgins, 2016) |
| | ระบบบริหารจัดการข้อมูลสุขภาพหรือ e-Health (Medical Information Management System) | ประกาศในปี 2017 | (Jun, 2018) |
| ประเทศสิงคโปร์ | ระบบการชำระเงินระหว่างธนาคารข้ามพรมแดน (Cross-Border Interbank Payments) | ประกาศในปี 2016 และอยู่ระหว่างการทำ Proof-of-Concept | (Jun, 2018) |
| | ระบบการออกตราสาร การชำระและแลกเปลี่ยนเงินตราและหลักทรัพย์ระหว่างธนาคาร และทดลองใช้งานเงินสกุลแห่งชาติในรูปแบบ Cryptocurrency | อยู่ระหว่างดำเนินการ | (Jun, 2018) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ประเทศสวีเดน | ระบบการจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain และ Smart Contract | อยู่ระหว่างการทดสอบระบบในปี 2017 | (Verhulst & Young, 2018) |
| ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ | ระบบการชำระค่าธรรมเนียมโดยใช้เงินสกุลดิจิทัล เช่น Bitcoin | ใช้งานจริงแล้วตั้งแต่ปี 2016 | (Jun, 2018) |
| | ระบบการจัดเก็บอัตลักษณ์ทางดิจิทัล (Digital Identity) โดยใช้หลักการของ Self-Sovereign Identity บนเทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2017 | (Verhulst & Young, 2018) |
| ประเทศยูเครน | ระบบลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง e-Vox (Ethereum Blockchain-Based Election Platform) | ประกาศในปี 2016 | (Abouzeid, 2016) |
| | ระบบการประมูลแบบดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain (Blockchain-Based Auction System) | ประกาศในปี 2016 | (Ngo, 2016) |
| | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) | ประกาศในปี 2017 | (Graglia & Mellon, 2018) |
| ประเทศอังกฤษ | ระบบการจ่ายสวัสดิการภาครัฐโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2016 และประสบความสำเร็จในการทดสอบการใช้งานระบบ | (Hebblethwaite, 2017) |
| | ระบบการบริการภาครัฐต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ใช้งานจริงตั้งแต่ปี 2016 | (Jun, 2018) |
| | ระบบการชำระเงินระหว่างธนาคารโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2017 | (Jun, 2018) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ประเทศสหรัฐอเมริกา | ระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านสุขภาพ | ประกาศในปี 2016 และอยู่ระหว่างการทดสอบระบบซึ่งเป็นโครงการนำร่อง | (Jun, 2018) |
| | อนุญาตให้สามารถทำการซื้อขายหุ้น Bitcoin | ประกาศในปี 2015 | (Jun, 2018) |
| | อนุญาตให้ Blockchain Smart Contract มีผลบังคับใช้ได้ทางกฎหมาย | ประกาศเป็นกฎหมายแห่งรัฐอริโซนา และมีผลบังคับใช้ในปี 2017 | (De, 2018) |
| | อนุญาตให้ใช้เทคโนโลยี Blockchain กับตลาดหลักทรัพย์ในการซื้อขายหุ้นและจัดเก็บข้อมูลธุรกรรมต่าง ๆ ได้และถูกต้องตามกฎหมาย | ประกาศเป็นกฎหมายแห่งรัฐเดลาแวร์และมีผลบังคับใช้ในปี 2017 | (Jun, 2018) |
| | ระบบ Identity Management บนเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการเก็บสูติบัตรของเด็กทารกแรกเกิด (Birth Registration) ของรัฐอิลลินอยส์ | ประกาศในปี 2017 | (Verhulst & Young, 2018) |
| ประเทศไต้หวัน | ระบบการพิสูจน์และยืนยันตัวตนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Citizen Identification) | อยู่ระหว่างการพัฒนา | (Rueter, 2018) |
| ประเทศญี่ปุ่น | อนุญาตให้ Bitcoin และ Cryptocurrency สามารถใช้ชำระหนี้ได้ตามกฎหมาย | ประกาศในปี 2016 | |
| ประเทศยิบรอลตาร์ | อนุญาตให้ใช้เทคโนโลยี Blockchain กับตลาดหลักทรัพย์ในการซื้อขายหุ้นและจัดเก็บข้อมูลธุรกรรมต่าง ๆ ได้และถูกต้องตามกฎหมาย | ประกาศในปี 2017 | (Khatri, 2018) |

| ประเทศ | โครงการ | สถานะโครงการ | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ประเทศบราซิล | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) | ประกาศในปี 2016 | (Graglia & Mellon, 2018) |
| ประเทศเซียร์ราลีโอน | ระบบการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งโดยใช้เทคโนโลยี Blockchain | ประกาศในปี 2018 และอยู่ระหว่างการทำ Proof-of-Concept | (Verhulst & Young, 2018) |
| ประเทศอินเดีย | การจดทะเบียนถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน (Land Title Registry) | ประกาศในปี 2017 | (Graglia & Mellon, 2018) |

# บรรณานุกรม


Abouzeid, N. (2016). ***Ukraine Government Plans to Trial Ethereum Blockchain-Based Election Platform.*** Retrieved from https://bitcoinmagazine.com/articles/ukraine-government-plans-to-trial-ethereum-blockchain-based-election-platform-1455641691/

Aitken, R. (2016). B***itland's African Blockchain Initiative Putting Land on The Ledger.*** Retrieved from https://www.forbes.com/sites/rogeraitken/2016/04/05/bitlands-african-blockchain-initiative-putting-land-on-the-ledger/#2f7b8c007537

Baran, P. (1964). ***On distributed communications: I. Introduction to distributed communications networks.*** Retrieved from

Basu, M. (2018). ***Estonia Using Blockchain to Secure Health Records: Blockchain's Public Sector Use Goes Beyond Payments.*** Retrieved from https://govinsider.asia/innovation/estonia-using-blockchain-to-secure-health-records/

Belinky, M., Rennick, E., & Veitch, A. (2015). ***The Fintech 2.0 Paper: Rebooting Financial Services.*** In: Santander InnoVentures.

Breene, K. (2016). ***The 10 Countries Best Prepared for the New Digital Economy.*** Retrieved from https://www.weforum.org/agenda/2016/07/countries-best-prepared-for-the-new-digital-economy/

Buterin, V. (2014). ***A next-generation smart contract and decentralized application platform.*** white paper.

Buterin, V., Mccaleb, J., Shen, B., & Bai, S. (2018). ***Wanxiang Smart City Global Blockchain Challenge.*** Retrieved from http://www.wblockchain.com/global/index_en.html

Chase, K. (2017). ***Japan Plans Blockchain Test for Government Procurement Process.*** Retrieved from https://dcebrief.com/japan-plans-blockchain-test-for-government-procurement-process/

Cheng, S., Daub, M., Domeyer, A., & Lundqvist, M. (2017). ***Using Blockchain to Improve Data Management in The Public Sector.*** Retrieved from https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/using-blockchain-to-improve-data-management-in-the-public-sector

Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). ***Blockchain Technology: Beyond Bitcoin.*** Applied Innovation, 2, 6-10.

De, N. (2018). ***Arizona's Governor Signs Latest Blockchain Bill Into Law.*** Retrieved from https://www.coindesk.com/arizonas-governor-signs-latest-blockchain-bill-into-law

Deloitte. (2018). ***Blockchain in Public Sector: Transforming Government Services through Exponential Technologies.*** In (pp. 1-28). India: Deloitte Tohmatsu Limited.

Electronic Voting Committee. (2016). ***General Framework of Electronic Voting and Implementation Thereof at National Elections in Estonia.*** Tallin Univrsity of Technology, 1-21.

Futter, D., Hale, A., Elverston, N., & Waters, T. (2017). ***Blockchain 101: An introductory Guide to Blockchain.*** Retrieved from https://www.ashurst.com/en/news-and-insights/insights/blockchain-101/

Graglia, J. M., & Mellon, C. (2018). ***Blockchain and Property in 2018: At The End of The Beginning.*** Paper presented at the 2018 World Bank Conference on Land and Poverty Washington DC.

Hebblethwaite, C. (2017). ***GovCoin Aims to Disrupt UK Welfare System.*** Retrieved from https://www.blockchaintechnology-news.com/2017/11/28/govcoin-aims-disrupt-uk-welfare-system/

Higgins, S. (2016). ***The Russian Government is Testing Blockchain for Document Storage.*** Retrieved from https://www.coindesk.com/the-russian-government-is-testing-blockchain-for-document-storage

Holgate, R. (2018). ***Blockchain for Government State of Washington.*** Retrieved from

Jamsrandorj, U. (2017). ***Decentralized Access Control Using Blockchain (Master Degree),*** University of Saskatchewan Saskatoon,

Jardine, B. (2018). ***Georgia Stakes Place on Wild Frontier of Blockchain Governance.*** Retrieved from https://eurasianet.org/georgia-stakes-place-on-wild-frontier-of-blockchain-governance

Journo, A. H. (2018). ***Dubai Developments will be Built on Blockchain.*** Retrieved from https://digit.fyi/dubai-blockchain/

Jun, M. (2018). ***Blockchain Government-A Next form of Infrastructure for The Twenty-First Century.*** Journal of Open Innovation: Tecnology, Market, and Complexity, 4(7), 1-12. doi:http://dx.doi.org/10.1186/s40852-018-0086-3

Khatri, Y. (2018). ***Gibraltar Stock Exchange Wins License for Blockchain Subsidiary.*** Retrieved from https://www.coindesk.com/gibraltar-stock-exchange-wins-license-for-blockchain-subsidiary

Kohut, I. (2018). ***How Companies Can Leverage Private Blockchains toImprove Efficiency and Streamline Business Processes.*** Retrieved from https://perfectial.com/blog/leveraging-private-blockchains/

Kong, J. (2018). ***Blockchain UAE: Global Healthcare Implications.*** Retrieved from http://www.milliman.com/insight/2018/Blockchain-UAE-Global-healthcare-implications/

Krawiec, R., Housman, D., White, M., Filipova, M., Quarre, F., Barr, D., . . . Tsai, L. (2016). ***Blockchain: Opportunities for Health Care.*** In (pp. 1-16): Deloitte Development LLC.

Mao, D., Wang, F., Hao, Z., & Li, H. (2018). ***Credit Evaluation System Based on Blockchain for Multiple Stakeholders in the Food Supply Chain.*** International Journal of Environmental Research and Public Health, 15, 1627-1647. doi:http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15081627

Marchionni, P. (2018). ***Next Generation Government Service Bus: The Blockchain Landscape.*** SSRN, 1-42. doi:http://dx.doi.org/10.2139ssrn.3141749

Martinovic, I., Kello, L., & Sluganovic, I. (2017). ***Blockchains for Governmental Services: Design Principles, Applications, and Case Studies.*** Center for Technology and Global Affairs, 1(7), 1-16.

Morris, N. (2018). ***ISO Blockchain Standards Planned for 2021.*** Retrieved from https://www.ledgerinsights.com/iso-blockchain-standards/

Nakamoto, S. (2008). ***Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.***

Ngo, D. (2016). ***Feature Interview: Lasha Antadze on Ukraine's Blockchain-Powered State Property Auction System.*** Retrieved from https://btcmanager.com/feature-interview-state-property-auction-system/

Ngo, D. (2017). ***Dubai's Global Blockchain Council Combats "Conflict Diamonds" Trading.*** Retrieved from https://bitcoinmagazine.com/articles/dubais-global-blockchain-council-combats-conflict-diamonds-trading/

Nuuneoi. (2016). ***Blockchain for Geek.*** Retrieved from https://nuuneoi.com/blog/blog.php?read_id=901

Parker, L. (2017). ***Procivis sets out to replace government services with blockchain alternatives.*** Retrieved from https://bravenewcoin.com/insights/procivis-sets-out-to-replace-government-services-with-blockchain-alternatives

Rueter, T. (2018). ***New Distributed Ledger Digital ID Project Faces a Test in Taiwan.*** Retrieved from https://www.secureidnews.com/news-item/new-distributed-ledger-digital-id-project-faces-a-test-in-taiwan/

Serrano, Ó. L. (2017). ***Is Blockchain Really Immutable?*** Retrieved fromhttps://www.bbva.com/en/blockchain-really-immutable/

Shen, J. (2016). ***e-Estonia: The power and Potential of Digital Identity.*** Retrieved from https://blogs.thomsonreuters.com/answerson/e-estonia-power-potential-digital-identity/

Sullivan, C., & Burger, E. (2017). ***e-Residency and Blockchain.*** Computer Law & Security Review, 33(4), 470-481. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.clsr.2017.03.016

Sundararajan, S. (2018). ***Chinese City to Use Blockchain In Fight Against Tax Evasion.*** Retrieved from https://www.coindesk.com/tencent-partners-with-city-authority-to-combat-tax-evasion-with-blockchain

Umeh, J. (2016). ***Blockchain Double Bubble or Double Trouble?*** ITNOW, 58(1), 58-61. doi:http://dx.doi.org/10.1093/itnow/bww026

Veedvil. (2017). ***ทำความเข้าใจเทคโนโลยี Blockchain จุดเปลี่ยนของหลายอุตสาหกรรม.*** Retrieved from http://www.veedvil.com/news/blockchain/

Verhulst, S. G., & Young, A. (2018). ***Blockchange: Blockchain Technologies for Social Change.*** GovLab, 1-98.

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018a). ***Blockchain Technology Overview.*** National Institute of Standards and Technology (NIST), 8202, 1-68. doi:https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018b). ***Blockchain technology overview.*** Draft NISTIR, 8202.

Yermack, D. (2017). ***Corporate governance and blockchains.*** Review of Finance, 21(1), 7-31.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., & Wang, H. (2016). ***Blockchain challenges and opportunities: A survey.*** International Journal of Web and Grid Services, 1, 1-25.

สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน). (2560). ***(ร่าง) แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564.*** ประเทศไทย

อาชวานันทกุล, ส. (2016). ***จาก "สัญญาอัจฉริยะ" สู่ "องค์กรอัตโนมัติกระจายศูนย์" (decentralized autonomous organization – DAO).*** Retrieved from http://thaipublica.org/2016/09/decentralized-autonomous-orgs/

DGA
Digital Government Development Agency

สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) (สพร.)
Digital Government Development Agency (Public Organization) (DGA)
www.dga.or.th | dgathailand

อาคารบางกอกไทยทาวเวอร์ 108 ถนนรางน้ำ
แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : (+66) 0 2612 6000
โทรสาร : (+66) 0 2612 6011 , (+66) 0 2612 6012
Contact Center : (+66) 0 2612 6060
อีเมล : contact@dga.or.th

ดาวน์โหลด e-Magazine ฟรี

SOY-BASED INKS
This book is printed using eco - friendly soy inks