

แนวทางประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับกิจการไฟฟ้าเสรีระดับชุมชน: กรณีศึกษารูปแบบค้าปลีก
TOWARDS CONCEPTUALIZING BLOCKCHAIN-ENABLED PEER-TO-PEER POWER TRADING
GUIDELINES: THE CASE OF RETAILS

ณฐมน ไรวา¹

nathamonmail@gmail.com

สุวรรณ จันทิวาสารกิจ²

suwan.juntiwasarakij@gmail.com

จิรพล สังข์โพธิ์³

jirapon.s@gmail.com

วิทยาลัยนวัตกรรมการบริหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดปริมาณสะสมของก๊าซเรือนกระจกด้วยการใช้ประโยชน์จากพลังงานสะอาด รวมถึงต้นทุนด้านเทคโนโลยีมีแนวโน้มถูกลงเรื่อยๆ กิจการไฟฟ้าเสรีจึงเริ่มได้รับการยอมรับเป็นวงกว้างในหลายประเทศ รูปแบบธุรกิจภาคพลังงานในอนาคตถูกปรับเปลี่ยนให้ผู้บริโภคสามารถเพิ่มบทบาทให้เป็นผู้ผลิตและผู้ขายได้เช่นกัน นอกจากนี้ความซับซ้อนด้านโครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้าที่ต้องศึกษาเพื่อปรับรูปแบบให้เหมาะสมต่อการผลิตและจำหน่ายแล้ว การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาปรับใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในกิจการไฟฟ้าเสรีนับเป็นความพยายามระดับโลกสำหรับการกระจายอำนาจของเศรษฐกิจแบ่งปันด้านพลังงานและเพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานในระดับชุมชนไปสู่ระดับประเทศ เพื่อให้บรรลุแนวคิดนี้ผู้เขียนมุ่งศึกษาว่า เทคโนโลยีบล็อกเชนมีความสามารถอย่างไรในการสร้างเศรษฐกิจแบ่งปันสำหรับกิจการไฟฟ้าเสรีเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถสร้างรายได้จากประโยชน์พลังงานทดแทน เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในชุมชนมากขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับกิจการไฟฟ้าเสรีระดับชุมชน กรณีศึกษารูปแบบค้าปลีกนั้นประกอบด้วยสามแนวทางสำหรับการสร้างโอกาสในการสนับสนุนผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่กระจายอยู่แต่ละครัวเรือนพัฒนาขยายไปสู่ชุมชนขนาดใหญ่

คำสำคัญ: กิจการไฟฟ้าเสรี, เทคโนโลยีบล็อกเชน, การประยุกต์บล็อกเชนเพื่อซื้อขายไฟฟ้าโดยตรง 3

ABSTRACT

The peer-to-peer power trading has increasingly adopted and shaped the future of business model in the energy sector, as well as growing production of renewable energy and the proliferation of energy prosumers, in addition to the complexity of the electricity infrastructure, the way in which using blockchain technology has been considered as global efforts towards the decentralization of electricity-sharing economy. To achieve this conceptual, the authors aimed at studying how blockchain can be exploited to create decentralized free-trade market, shared economy applications that allow consumers to monetize, securely, their assets utilize more sustainability in the community.

The findings revealed guidelines how blockchain-enabled peer-to-peer power trading contribute excellent opportunities to develop distributed small power producers of household and capable to amplify to a huge community in case of retail market based on conceptual discussions.

Keywords: electricity-sharing economy, peer-to-peer power trading, blockchain technology

บทนำ

โครงสร้างกำกับกิจการพลังงานประเทศไทยอยู่ในรูปแบบรัฐผูกขาด (state monopoly) กระทั่งในปี พ.ศ. 2545 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ออกนโยบายส่งเสริมให้เอกชนมีบทบาทผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์ในระบบ “ผู้ซื้อรายเดียว” กิจการซื้อขายไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องผ่านรัฐวิสาหกิจ ปัจจุบัน ความก้าวหน้าเทคโนโลยีดิจิทัล นำมาสู่การสร้างนวัตกรรมที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้บริโภคให้แตกต่างไปจากเดิมมีแนวโน้มถูกขับเคลื่อนโดยกลไกทางเศรษฐกิจและสังคมมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ การนำระบบตลาดเสรีที่ถูกกำหนดไว้ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. ๒๕๕๐ มาตรา ๘๔ (๑) บัญญัติรับรองหลักการแข่งขันเสรีและเป็นธรรมโดยอาศัยกลไกตลาดเข้ามาปรับใช้ในโครงสร้างการกำกับกิจการพลังงาน นับเป็นโอกาสในระบบนิเวศเศรษฐกิจศาสตร์ (ecosystem) สำหรับตลาดไฟฟ้าเสรีระดับชุมชน อย่างไรก็ตาม กิจการไฟฟ้าเสรีโดยภาคเอกชนถูกดำเนินการหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย แคนาดา ฟินแลนด์ ซึ่งมีแนวคิดว่าการไฟฟ้าเสรีจะช่วยลดการผูกขาด เกิดประสิทธิภาพในการผลิต ส่ง และจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อสร้างความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศ ซึ่งในอนาคตระบบนิเวศเศรษฐกิจศาสตร์ จะมีลักษณะค่อนข้างไปทางกระจายอำนาจบริหารจากศูนย์กลาง แบ่งปันทรัพยากรร่วมกัน โรงไฟฟ้าจะมีขนาดเล็กลงเพื่อกระจายแหล่งผลิตและจำหน่าย ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นได้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (prosumer) สามารถแลกเปลี่ยนได้โดยตรงภายใต้ระบบที่ได้รับการคุ้มครองจากภาครัฐ ก่อให้เกิดความมั่นคงด้านพลังงานในระดับชุมชน ด้วยเหตุนี้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีความสามารถในการบริหารบัญชีผู้ใช้งานแบบกระจาย (distributed ledger) ด้วยความโปร่งใส การสำเนาข้อมูลตลอดทั้งเครือข่ายเพื่อป้องกันการถูกโจมตีจากศูนย์กลาง สนับสนุนกระบวนการแลกเปลี่ยนให้เกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ (smart contract) การสร้างสินทรัพย์ดิจิทัล (asset tokenization) และยืนยันความเป็นเจ้าของด้วยลายเซ็นดิจิทัล ธุรกิจเกิดขึ้นโดยตรง ลดค่าธรรมเนียมของตัวกลาง เช่นสถาบันการเงิน แต่ยังคงความน่าเชื่อถือและปลอดภัยจากกลไกยืนยันความถูกต้องด้วยการประมวลผลทางคณิตศาสตร์คุณสมบัติดังกล่าวอยู่ในเทคโนโลยีบล็อกเชน (blockchain technology)

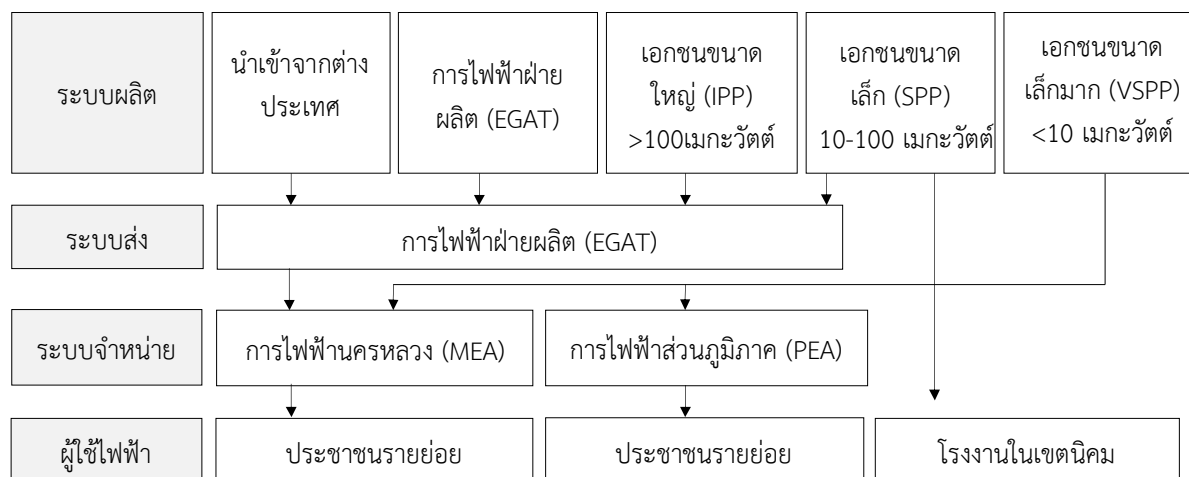
บททวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยทบทวนโครงสร้างกิจการไฟฟ้าเสรีประเทศไทย กรณีศึกษากิจการไฟฟ้าเสรีต่างประเทศ แนวคิดเทคโนโลยีบล็อกเชน และกรณีศึกษาการประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนในกิจการไฟฟ้าเสรี

โครงสร้างกิจการไฟฟ้าประเทศไทย

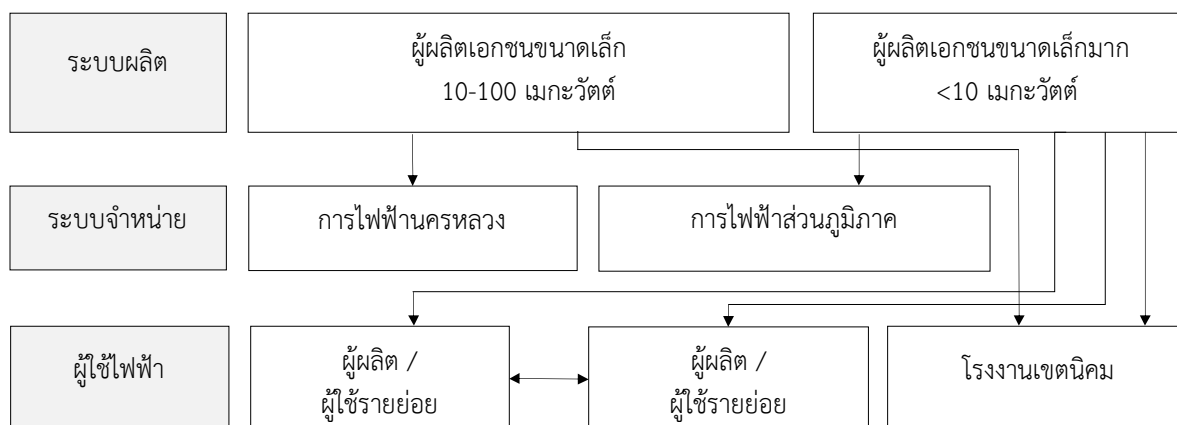
ช่วงปีพ.ศ. 2550 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติประกาศนโยบายส่งเสริมให้เอกชนร่วมผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์ ระบุว่าด้วยการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชนขนาดเล็ก (Small Power Producer: SPP) ขนาดผลิตไม่เกิน 100 เมกะวัตต์ และผู้ผลิตเอกชนขนาดเล็กมาก (Very Small Power

Producer: VSPP) ขนาดผลิตไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ภายใต้ระบบ “ผู้ซื้อรายเดียว” (Enhance Single Buyer: ESB) กิจการไฟฟ้าต้องผ่านรัฐวิสาหกิจ ไม่สามารถดำเนินการโดยตรงกับผู้ซื้อไฟฟ้ารายย่อย ดังรูปที่ 1[1]



รูปที่ 1 โครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบผู้ซื้อรายเดียว. จาก รายงานส่งเสริมกิจการไฟฟ้าเสรีที่ใช้พลังงานทดแทนระดับชุมชนและครัวเรือน (น.4), คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน

ช่วงปี พ.ศ. 2560 คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนการปฏิรูปด้านพลังงานเสนอให้ปฏิรูประบบกิจการไฟฟ้าเสรีจากพลังงานทดแทนขนาดเล็ก และขนาดเล็กมาก เรื่อง “การส่งเสริมกิจการไฟฟ้าเสรีที่ใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน” ดังรูปที่ 2



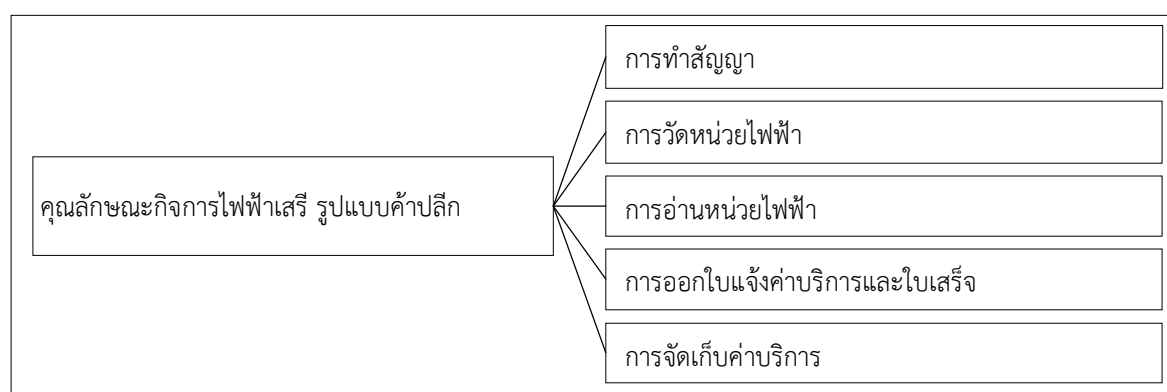
รูปที่ 2 โครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบตลาดเสรี. จาก รายงานการส่งเสริมกิจการไฟฟ้าเสรีที่ใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน (น.13), คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน

กรณีศึกษากิจการไฟฟ้าเสรี

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2560) ศึกษาโครงการพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมไฟฟ้าพบว่ารูปแบบตลาดภายใต้โครงสร้างแข่งขันเสรี 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) กิจการแบบตลาดกลาง (pool model) เป็นตัวกลางให้บริการผู้ซื้อ ผู้ขาย รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญสำหรับการซื้อขายไฟฟ้า โดยมีศูนย์ควบคุมระบบอิสระ ควบคุมระบบไฟฟ้าทางเทคนิค และบริหารงานโดยคณะกรรมการบริหารของตน

2) กิจการแบบคู่สัญญา (bilateral-contract model) ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายปราศจากการแทรกแซงของศูนย์ควบคุมระบบอิสระ แต่ผู้ซื้อและผู้ขายต้องแจ้งปริมาณไฟฟ้าและช่วงเวลาส่งมอบไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขายให้แก่ศูนย์ควบคุมฯ 3) กิจการแบบผสม (hybrid model) คือ ผู้ซื้อเลือกได้ทั้งแบบผ่านตลาดกลางและคู่สัญญา [2]

สรุปคุณลักษณะกิจการไฟฟ้าเสรีรูปแบบค้าปลีก ประกอบด้วย 5 ข้อ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สรุปคุณลักษณะกิจการไฟฟ้าเสรีรูปแบบค้าปลีก

แนวคิดเทคโนโลยีบล็อกเชน

บล็อกเชน (blockchain technology) เทคโนโลยีเบื้องหลังบิตคอยน์ (bitcoin) ผลงานของซาโตชิ นากาโมโต (Satoshi Nakamoto) เกิดขึ้นเมื่อปีค.ศ. 2008 [4] หลักการพื้นฐานสามารถบันทึกข้อมูลแบบกระจายตัว การติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นโดยตรง ความเชื่อมั่นขึ้นอยู่กับมติเอกฉันท์ของเครือข่าย เทคโนโลยีบล็อกเชนจึงเอื้อประโยชน์ให้เกิดกิจการการค้าเสรีได้ทั้งในและนอกประเทศโดยไม่จำเป็นต้องรู้จักกัน (pseudonymous) แต่สามารถสร้างข้อตกลงธุรกรรมในรูปแบบสัญญาดิจิทัล (smart contracts) เพื่อสร้างเงื่อนไขให้ธุรกรรมเกิดขึ้นได้อัตโนมัติ [5, 6] ซึ่งบล็อกเชนสามารถกำหนดสิทธิ์เข้าถึงได้ 3 รูปแบบ ดังนี้ [7, 8]

1) บล็อกเชนส่วนตัวหรือระบบปิด (Private Blockchains/ Permissioned Ledger) คือ ระบบที่จำกัดสิทธิ์ให้เฉพาะผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นซึ่งมีสิทธิ์อ่าน และ / หรือเขียนข้อมูลได้ กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องด้วยกลไกฉันทามตินั้นสามารถออกแบบให้มีการใช้ทรัพยากรตามที่ต้องการได้ เช่น การกำหนดสิทธิ์ในการตรวจสอบความถูกต้อง เช่น โปรูฟ ออฟ ออริทตี้ (Proof-of-Authority: PoA) เป็นต้น ความเร็วประมวลผลระบบจึงสามารถปรับเปลี่ยนให้เร็วขึ้นได้ตามความสามารถของทรัพยากร

2) บล็อกเชนแบบสหพันธ์ (Consortium Blockchains / Federated Ledger) คือ ระบบที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานที่มีความเกี่ยวข้องกันตามข้อตกลงกัน ร่วมบันทึกข้อมูลธุรกรรม และจัดเก็บสำเนาบัญชีประวัติ (ledger) ตามส่วนที่ต้องการแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน เพื่อช่วยให้กระบวนการทำงานมีความเชื่อมโยงและโปร่งใสระหว่างกัน ขณะเดียวกันบัญชีแยกประเภทอาจจะแสดงด้วยรหัสแบบระบุเจาะจง กระบวนการฉันทามติจึงสามารถสร้างด้วยกลไกที่ปรับให้เหมาะสมกับการใช้งานมากกว่าบล็อกเชนแบบสาธารณะ เช่น แพร็คติคอล ไบแซนไทน์ ฟอลท์ ทอเลอเรนซ์ (Practical Byzantine Fault Tolerance) เป็นต้น

3) บล็อกเชนสาธารณะหรือระบบเปิด (Public Blockchains / Permissionless Ledger) คือ ระบบที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานในระบบสามารถร่วมบันทึกข้อมูลธุรกรรม และสำเนาประวัติทั้งหมดได้ตาม

ความสามารถของทรัพยากร และไม่มีใครคนใดคนหนึ่งเป็นศูนย์กลางความเชื่อมั่นอยู่ที่กลไกฉันทามติ เช่น บล็อก ออฟ เวิร์ค (Proof-of-Work: PoW) เป็นต้น

บล็อกเชนสามารถประยุกต์การทำสัญญาให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลได้ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดกฎเกณฑ์ธุรกิจ หรือข้อตกลงร่วมกันสำหรับสิทธิในการเข้าถึงด้วยสมาร์ตคอนแทรคต์ (Smart Contracts) ซาโบ [9] ศึกษาเรื่อง โปรโตคอลการทำธุรกรรมทางคอมพิวเตอร์ที่ดำเนินเงื่อนไขสัญญาโดยแปลงข้อสัญญา เช่น หลักประกัน, พันธสัญญา ให้เป็นรหัสและฝังลงในระบบ (ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์) ที่สามารถบังคับใช้อย่างอัตโนมัติได้ถูกต้อง โปร่งใส และลดความจำเป็นของตัวกลางที่น่าเชื่อถือระหว่างคู่สัญญา นำมาใช้เพื่อจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ดำเนินการอัตโนมัติตามที่ผู้ให้บริการกำหนดไว้ในเครือข่าย สามารถลดความเสี่ยงของการทำธุรกรรมโดยเฉพาะสินค้าออนไลน์ การโอนเงินข้ามประเทศจะสามารถทำได้ในเวลา 10-15 นาที การประยุกต์สมาร์ตคอนแทรคต์สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำธุรกรรม สร้างความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น [10]

บล็อกเชนมีกลไกจัดเรียงเข้าฐานข้อมูลในรูปแบบบล็อก (block) ผูกเกี่ยวโยงกันเหมือนห่วงโซ่ (chain) กระบวนการจัดเก็บทั่วทั้งเครือข่าย (distributed ledger) บันทึกเวลาที่เกิดขึ้นจริง (time stamp) การสร้างความต้านทานต่อความล้มเหลวอันเกิดจากความผิดพลาดของระบบ (fault-tolerant systems) จะต้องมีจำนวนผู้ใช้งานที่มีความซื่อสัตย์มากกว่าสองในสามของระบบ ข้อมูลที่ถูกบันทึกแล้วจึงไม่สามารถแก้ไขได้ (irreversibility of records) ด้วยการกระทำของผู้ใช้งานที่มีจำนวนไม่เกินร้อยละ 51 ของระบบ (Sybil attack) อีกทั้งความซับซ้อนของโจทย์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งานบนเครือข่ายและจะเพิ่มค่าความยากขึ้นทุก 10 นาทีโดยเฉลี่ยเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและป้องกันการละเมิดบล็อก โดยจะมีกระบวนการประกาศเพื่อให้เหล่าผู้ใช้งานที่มีหน้าที่ตรวจสอบแก้โจทย์ตรรกะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยอัลกอริธึมที่ซับซ้อนและยากผู้ที่แก้โจทย์ได้สำเร็จเป็นคนแรกจะได้รับสิทธิ์บันทึกข้อมูลลงบล็อกกลไกฉันทามติ [11,12]

กรณีศึกษาการประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนในกิจการไฟฟ้าเสรี

เมนเกลแคมป์ และคณะ ทำการวิจัยกรณีศึกษาบลูคลิน ไมโครกริด (Brooklyn Microgrid) พบว่าโครงการแบ่งองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน [13] ดังนี้ (1) แพลตฟอร์มให้บริการตลาดพลังงานชุมชนเหมือนปฏิบัติการบนบล็อกเชนแบบส่วนตัว โปรโตคอลเทนเดอร์มินท์ (tender mint) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการผลิตและใช้จากสมาร์ตมิเตอร์ จัดเก็บข้อมูลผู้ที่เข้าร่วมโครงการและทำธุรกรรมอัตโนมัติด้วยสมาร์ตคอนแทรคต์ (2) โครงสร้างไฟฟ้าไมโครกริดปฏิบัติการบนโครงสร้างเดิม ทำหน้าที่ส่งไฟฟ้าในโครงข่าย สามารถปฏิบัติการในโหมดอิสระจากโครงสร้างไฟฟ้าหลัก ในกรณีที่ระบบเกิดความขัดข้อง ระบบจัดการจะทำหน้าที่เปลี่ยนโหมด โดยเฉพาะสถานที่สำคัญ เช่น โรงพยาบาลได้รับพลังงานอัตราคงที่ ส่วนที่พักอาศัยใช้วิธีประมูลราคา

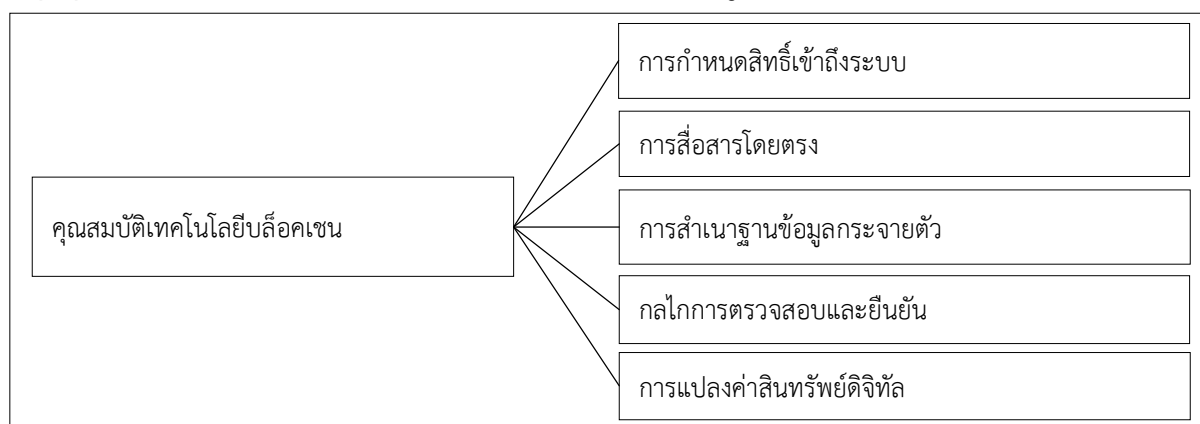
รูซานน่า และเมอร์คิน วิจัยโครงการประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนในกิจการไฟฟ้าเสรีพบว่ากรณีศึกษาหลายประเทศ [14] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปโครงการประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับกิจการไฟฟ้าเสรี

ประเทศ	ชื่อโครงการ	ปี	วัตถุประสงค์
อเมริกา	ดริฟท์ (Drift)	ค.ศ. 2014	ผู้ค้าปลีกกิจการไฟฟ้าเสรีผ่านบล็อกเชนและเทคโนโลยีแมชชีน เลิร์นนิง (machine learning)
	โซลาร์คอยน์ ฟาวนด์ชัน (SolarCoin Foundation)	ค.ศ. 2014	รับรองคุณภาพผู้ติดตั้งโซลาร์ ให้รางวัลเป็นโทเคน ต่อหน่วยผลิตไฟฟ้าโดยมูลนิธิ
แอฟริกาใต้	แบงก์มูน (Bankymoon)	ค.ศ. 2015	แพลตฟอร์มกิจการไฟฟ้าเสรี บันทึกไฟฟ้าผ่านสมาร์ทมิเตอร์ ผู้ซื้อและผู้ขายชำระค่าไฟฟ้าได้โดยตรง
ออสเตรเลีย, นิวซีแลนด์	พาวเวอร์ เลดเจอร์ (Power Ledger)	ค.ศ. 2016	แพลตฟอร์มกลุ่มผู้ค้าย่อยและผู้ค้าส่ง รถยนต์ไฟฟ้า ให้บริการมอติเตอร์การส่งกระแสไฟฟ้าและโทเคน
อเมริกา	กริด ซิงกูลาริตี (Grid Singularity)	ค.ศ. 2016	แพลตฟอร์มภายใต้แอปพลิเคชัน EWF สำหรับกลุ่มธุรกิจ
เนเธอร์แลนด์	อลเลียนเดอร์ (Alliander)	ค.ศ. 2017	แพลตฟอร์มกิจการไฟฟ้าเสรีและให้บริการโทเคนจูเลียต (Juliets)
โซมาเลีย, เฮติ, อินเดีย, อาเจนตินา	เอนเนอร์จี เว็บ ฟาวนด์ชัน (EnergyWebFoundation)	ค.ศ. 2017	กิจการไฟฟ้าเสรีของกลุ่มไม่แสวงกำไรโดยความร่วมมือจากผู้ให้บริการพลังงานระหว่างประเทศ
อินโดนีเซีย	เวริเดียม แลปส์ (VeridiumLbs)	ค.ศ. 2018	การสร้างโทเคนบนบล็อกเชนเพื่อจ่ายให้กับครัวเรือน หรือหน่วยธุรกิจที่สามารถจัดก๊าซเรือนกระจก

ที่มา: Review of Blockchain Technology and its Expectations: Case of Energy Sector

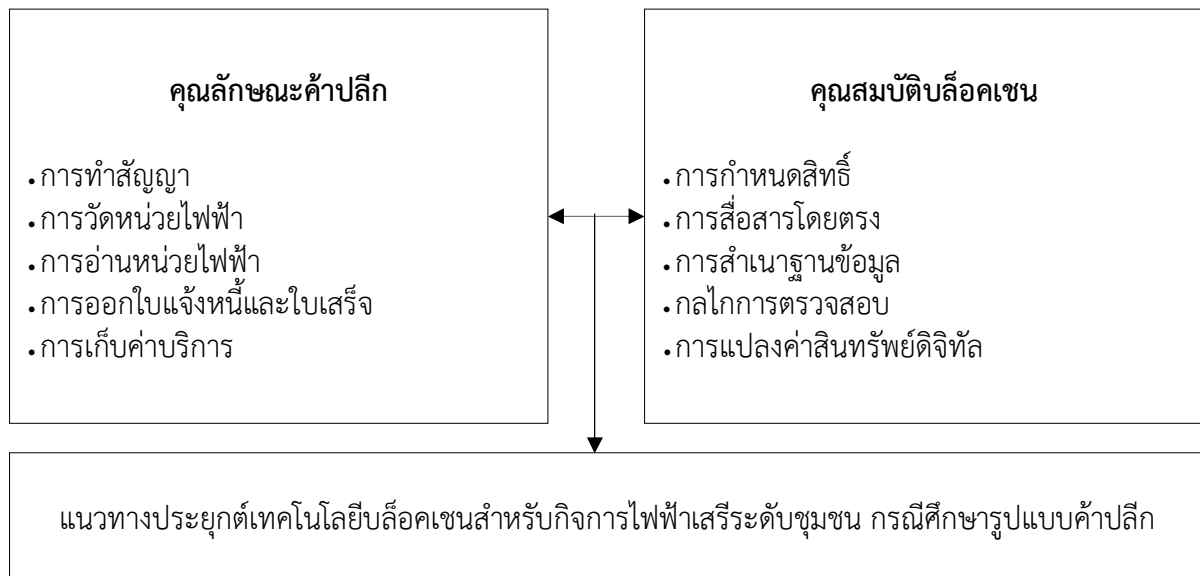
สรุปคุณสมบัติของเทคโนโลยีบล็อกเชน ประกอบด้วย 5 ข้อ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สรุปคุณสมบัติของเทคโนโลยีบล็อกเชน

วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร (documentary synthesis) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) สามารถสรุปกรอบงานวิจัยดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 สรุปกรอบงานวิจัย

ผลการวิจัย

แนวทางประยุกต์เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับกิจการไฟฟ้าเสรีระดับชุมชน กรณีศึกษารูปแบบค้ำปลีก จำแนกออกเป็น 3 แนวทาง

แนวที่ 1 แสดงผลดังตารางที่ 3

คุณลักษณะค้ำปลีก / คุณสมบัติบล็อกเชน	การทำสัญญา	การวัดหน่วยไฟฟ้า	การอ่านหน่วยไฟฟ้า	การออกใบแจ้งหนี้และใบเสร็จ	การเก็บค่าบริการ
การกำหนดสิทธิ์	บล็อกเชนแบบส่วนตัว (Private Blockchain)				
การสื่อสารโดยตรง	สมาร์ทคอนแทรคต์		สมาร์ท คอนแทรคต์ (Smart Contract)		
การสำเนาข้อมูล	เทคโนโลยีสำเนาบัญชีแยกประเภท (Distributed Ledger Technology)				
กลไกการตรวจสอบและยืนยัน	ปรัฟ ออฟ ออโวลิตี		ปรัฟ ออฟ ออโวลิตี (Proof-of-Authority)		
การแปลงสินทรัพย์ดิจิทัล					ยูทิลิตี้โทเคน

ที่มา: จากการสัมภาษณ์คุณสมศักดิ์ วิทยานลากรณ์ รองผู้จัดการ การไฟฟ้านครหลวง

แนวที่ 2 แสดงผลดังตารางที่ 4

คุณลักษณะคำปลีก / คุณสมบัติบล็อกเชน	การทำสัญญา	การวัดหน่วยไฟฟ้า	การอ่านหน่วยไฟฟ้า	การออกใบแจ้งหนี้ และใบเสร็จ	การเก็บค่าบริการ
การกำหนดสิทธิ์	บล็อกเชนแบบสหพันธ์ (Consortium Blockchain)				
การสื่อสารโดยตรง	สมาร์ท คอนแทรคท์			สมาร์ท คอนแทรคท์ (Smart Contract)	
การสำเนาข้อมูล	เทคโนโลยีสำเนา บัญชีแยก ประเภทแบบ กระจาย		เทคโนโลยีสำเนาบัญชีแยกประเภท (Distributed Ledger Technology)		
กลไกการตรวจสอบ และยืนยัน	เพอร์คิกคอล ไบแซนไทน์ ฟอลท์ทอเลอ เรนซ์		เพอร์คิกคอลไบแซนไทน์ ฟอลท์ ทอเลอเรนซ์ (practical byzantinefault tolerant)		
การแปลงค่า สินทรัพย์ดิจิทัล		ยูทิลิตี้โทเคนหรือ สินทรัพย์ดิจิทัล			ยูทิลิตี้โทเคนหรือสกุล เงินดิจิทัล

ที่มา: จากการสัมภาษณ์คุณสถาปน พัฒนะคุหา ผู้ก่อตั้งและผู้บริหารระดับสูงบริษัทสมาร์ท คอนแทรคท์ไทย แลนด์ และบล็อก เอ็มดี จำกัด

แนวที่ 3 แสดงผลดังตารางที่ 5

คุณลักษณะ คำปลึก / คุณสมบัติบล็อกเชน	การทำสัญญา	การวัดหน่วยไฟฟ้า	การอ่านหน่วย ไฟฟ้า	การออกใบแจ้งหนี้ และใบเสร็จ	การเก็บค่าบริการ
การกำหนดสิทธิ์	บล็อกเชนแบบส่วนตัว (Private Blockchain)				
การสื่อสารโดยตรง	สมาร์ท คอนแทรคท์ (Smart Contract)				
การสำเนาข้อมูล	เทคโนโลยีสำเนาบัญชีแยกประเภท (Distributed Ledger Technology)				
กลไกการตรวจสอบ และยืนยัน	ปรูฟ ออฟ สเตก (Proof-of-Stake)				
การแปลง สินทรัพย์ดิจิทัล					ยูทิลิตี้ โทเคน

ที่มา: จากการสัมภาษณ์คุณชนิษฐ์สรณ์ ตรีวิทยานุมิผู้บริหารอาวุโสบริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)

สรุป

ในอนาคตมีความเป็นไปได้ที่เทคโนโลยี จะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในการปรับเปลี่ยนรูปแบบนิเวศน์เศรษฐกิจ ให้มีลักษณะกระจายอำนาจมากขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงการลดทอนอำนาจผูกขาดทางการค้าจากกลุ่มที่เป็นตัวกลาง เช่นสถาบันการเงิน รวมถึงพ่อค้าคนกลางที่อยู่ในรูปแบบนักกลางทุนรายใหญ่ ด้วยเหตุนี้ การสร้างความรู้ ความเข้าใจที่มีกระบวนการตามคุณลักษณะของชุมชนที่มีความพร้อม จะนำไปสู่การยอมรับนวัตกรรมอย่างเป็นขั้นตอนตามทฤษฎี เพราะเมื่อชุมชนเกิดการยอมรับ ปรับใช้เทคโนโลยีที่มีความเข้าถึงได้ยากอย่างบล็อกเชนซึ่งสนับสนุนให้ผู้บริโภคสามารถทำธุรกรรมกันได้โดยตรง การแลกเปลี่ยนซื้อขายมีอิสระในการตัดสินใจจนกระทั่งนำไปสู่นิเวศน์เศรษฐกิจที่ปราศจากตัวกลาง การซื้อขายสาธารณูปโภคพื้นฐานสามารถเกิดขึ้นได้โดยตรง เลือกลงแหล่งที่มาของเชื้อเพลิงผลิตพลังงาน รวมถึงราคาที่สะท้อนต้นทุนจริง จะส่งผลให้เกิดความมั่นคงทางพลังงานในระดับชุมชน และสามารถแพร่กระจายไประดับประเทศในรูปแบบเครือข่ายที่เป็นเสมือนใยแมงมุม แต่อย่างไรก็ดี การสร้างความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ในทางกลับกัน ความโปร่งใสสำหรับการตรวจสอบธุรกรรม และการแลกเปลี่ยน รวมถึงความไม่ซับซ้อนสำหรับการเรียนรู้ที่จะใช้งานระบบในมุมมองของผู้บริโภค ยังคงเป็นตัวแปรที่สำคัญสำหรับการนำมาเป็นปัจจัยในการออกแบบเทคโนโลยี และนวัตกรรมในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน, รายงานการส่งเสริมกิจการไฟฟ้าเสรีที่ใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน (ฉบับสมบูรณ์), โครงสร้างกิจการไฟฟ้าอนาคตในลักษณะเปิดตลาดเสรี (น.4, 13, 14). สภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ, 2560
- [2] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน,โครงการพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนโดยคณะทำงานการปฏิรูปการผูกขาดธุรกิจด้านพลังงาน ปี พ.ศ. 2560, สภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ, 2560
- [3] ChenghuaZhanga, JianzhongWua, Chao Longa, Meng Cheng, *Review of Existing Peer-to-Peer Energy Trading Projects*, The 8th International Conference on Applied Energy – ICAE2016. Cardiff University, Cardiff, CF24 3AA, 2017
- [4] Don Tapscott and Alex Tapscott, *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business and the World*, 2017
- [5] Thierry Mortier, *How blockchain technology is transforming the distributed energy world*, EY Global Innovation Lead for Power & Utilities, 2017
- [6] Simon Albrecht, Stefan Reichert, Jan Schmid, Jens Strüker, Dirk Neumann, Gilbert Fridgen, *Dynamics of Blockchain Implementation – A Case Study from the Energy Sector*, Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, 2018
- [7] Peter Frøystad and Jarle Holm, *Blockchain: Powering the Internet of Value*, EVRY Financial Services, 2017
- [8] Jerome Kehrli, *Blockchain Explained*, Publication at www.niceideas.ch, 2016

- [9] Konstantinos Christidis and Michael Devetsikiotis, *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, IEEE Access SPECIAL SECTION ON THE PLETHORA OF RESEARCH IN INTERNET OF THINGS (IoT), 2016
- [10] Marko Vukolic, *The Quest for Scalable Blockchain Fabric: Proof-of-Work vs. BFT Replication*, IBM Research Zurich, 2015
- [11] Andrew Tar, *Proof-of-Work Explained*, cointelegraph.com, 2018
- [12] RuzannaChitchyan and Jordan Murkin, *Review of Blockchain Technology and its Expectations: Case of the Energy Sector*, Researchgate.net, 2018
- [13] Jordan Murkin, RuzannaChitchyan, Alastair Byrne, *Enabling peer-to-peer electricity trading*, the 4th International Conference on ICT for Sustainability, 2016
- [14] Esther Mengelkamp, Johannes Gärttner, Kerstin Rock, Christof Weinhardt, *Designing microgrid energy markets A case study: The Brooklyn Microgrid*, 2017