การศึกษาอุปสรรค ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน ในอุตสาหกรรมก่อสร้างประเทศไทย

The Study of Hindrance in Adoption Blockchain Technology for Thailand's Construction Industry

กัมปนาท บุริมาตร (Kampanat Burimat)* ดร.พีร์นิธิ อักษา (Dr.Preenithi Aksorn)[1]**

(Received: *April 15, 2022*; Revised: *August 5, 2022*; Accepted: *August 8, 2022*)

บทคัดย่อ

ปัจจุบันทั่วโลกล้วนขับเคลื่อนไปด้วยเทคโนโลยีมากมาย งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อ ศึกษาอุปสรรคของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมก่อสร้างประเทศไทย เก็บข้อมูลจากผู้เชียวชาญทั้ง 14 ท่าน มาจากการ 3 กลุ่มการทำงานได้แก่ บุคลากรทางการศึกษา หน่วยงานทางเทคโนโลยีที่ใช้หรือรู้จักเทคโนโลยีบล็อกเชน และ อุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยเลือกใช้การเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Q methodology ผลการศึกษาพบว่า ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามออกเป็น 5 กลุ่ม โดยที่ กลุ่มที่ 1) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี กลุ่มที่ 2) การยอมรับเทคโนโลยีในประเทศไทย กลุ่มที่ 3) ค่าใช้จ่าสำหรับเทคโนโลยี กลุ่มที่ 4) ปัญหาความยากง่ายของการใช้งานเทคโนโลยี และกลุ่มที่ 5) การเข้าถึงเทคโนโลยี เทคโนโลยีบล็อกเชนยังถือว่าใหม่มากสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย ยังขาดตัวอย่างการใช้งานจริง และยังต้องศึกษากันอีกมากในอนาคต

ABSTRACT

Today, the world is all driven by technology. The objective of this research was to study the challenge of applying blockchain technology in Thailand’s construction industry using Q Methodology and additional interviews. The interviewees consisted of 3 groups of experts, namely, educational personnel, technology agencies that use or know blockchain technology and the construction industry summing up to 14 people. The research results revealed that the respondents were divided into 5 groups those are: 1) Technology efficiency, 2) Thailand’s Technology acceptance, 3) Technology cost, 4) Difficulty of the technology implementation, and 5) Technological access. As of now, blockchain technology is still very novel to Thailand's construction industry, which lacks practical examples and needs to be studied further.

คำสำคัญ: เทคโนโลยีบล็อกเชน อุตสาหกรรมงานก่อสร้าง วิธีวิทยาคิว

Keywords: Blockchain technology, Construction industry, Q Methodology

[1]*Corresponding author: Preenithi@kku.ac.th*

**นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

ในปัจจุบันโลกของเราอยู่ในยุคของเทคโนโลยี ที่มีความก้าวหน้าทันสมัยมากว่าอดีต และมีแนวโน้มว่าจะพัฒนาต่อๆ ไปในอนาคตอย่างไม่สิ้นสุด แล้วยังมีเทคโนโลยีใหม่เกิดขึ้นแทบจะทุกๆ วัน เช่น Blockchain, Big Data, Smart Contract, Machine Learning, AI, Chat bot, Internet of Things (IoT) เป็นต้น

ในบทความนี้ผู้วิจัยได้มีความสนใจในเทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain Technology) บล็อกเชน เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2008 โดย Satoshi Nakamoto ได้ให้กำเนิดสิ่งที่เรียกว่าบิทคอยน์ และสกุลเงินนั้นเป็นเพียงหนึ่งใน Application ของ Blockchain กล่าวคือ เทคโนโลยีบล็อกเชน คือ เทคโนโลยีจัดเก็บข้อมูลแบบ Shared Database หรือที่รู้จักกันในชื่อ “Distributed Ledger Technology (DLT)” [9] โดยรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่รับประกันความปลอดภัยว่าขอมูลที่ถูกบันทึกก่อนหน้านั้น ไม่สามารถเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขได้ จึงทำให้เทคโนโลยีบล็อกเชน เป็นเครือข่ายการเก็บข้อมูลแบบกระจายอำนาจ ตรวจสอบได้ ข้อมูลถูกโจมตีได้ยาก

แต่อย่างไรก็ตามการที่จะนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้จะต้องศึกษา ทำความเข้าใจ หาความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีนั้นๆ อย่างละเอียด อุตสาหกรรมการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมท้ายๆ ที่จะนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ ขอยกตัวอย่าง เมื่อย้อนไปช่วงก่อนที่จะมีเทคโนโลยีเขียนแบบ 3 มิติ (Building Information Modeling : BIM) เข้ามา อุตสาหกรรมการก่อสร้างก็ยังใช้เทคโนโลยีการเขียนแบบ 2 มิติ (CAD) อยู่ก่อน ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีเขียนแบบ 3 มิติ แทนการใช้เทคโนโลยีเขียนแบบ 2 มิติดังเดิม ยิ่งด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชนที่ทางผู้วิจัยสนใจด้วยแล้ว ถือว่าเป็นเทคโนลียีที่ใหม่มากๆ ในปัจจุบัน ดังนั้นก่อนจะนำเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย จึงจะต้องทำการศึกษาปรับตัว หาความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนอย่างละเอียด

จากประเด็นข้างต้นที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยมีความสนใจในเทคโนโลยีบล็อกเชน โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือเพื่อสำรวจอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย ที่จะทำการศึกษาหาความพร้อมที่จะนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในงานก่อสร้างประเทศไทย โดยเทคโนโลยีบล็อกเชน เป็นเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยที่สูง มีการกระจายอำนาจ ไม่มีใครเป็นเข้าของข้อมูลแต่เพียงผู้เดียว ข้อมูลที่บันทึกไปแล้วไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงได้ ข้อมูลสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ ด้วยข้อดีของเทคโนโลยีบล็อกเชนที่กล่าวมาดี ทางผู้วิจัยมีความคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อโครงการก่อสร้างในประเทศไทย

ทบทวนวรรณกรรม

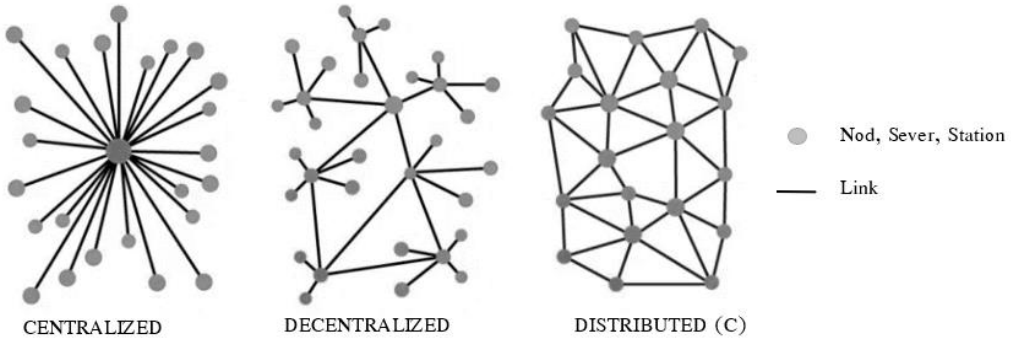
1. เทคโนโลยีบล็อกเชน

บล็อกเชน คือเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลแบบ Shared Database หรือ ที่รู้จักกันในชื่อ “Distributed Ledger Technology (DLT)” โดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับ Cryptography และ Distributed Computing ดังแสดงในรูปภาพที่ 1

แนวคิด Distributed Ledger Technology (DLT) คือ แต่ละ node สามารถเข้าถึงข้อมูลใน block ได้ แต่ข้อมูลเหล่านั้นไม่สามารถถูกลบหรือเปลี่ยนแปลงได้ โดยหากประสงค์จะลบข้อมูลใดข้อมูลหนึ่ง ต้องลบ Blockchain ทั้งหมด เนื่องจาก node หรือคอมพิวเตอร์เครื่องใด เครื่องหนึ่งที่เชื่อมต่อกับ Blockchain สามารถจัดตั้ง Blockchain ขึ้นมาใหม่พร้อมกับข้อมูลเดิมได้ ลักษณะดังกล่าวทำให้ Blockchain มีความแตกต่าง จากการเชื่อมต่อแบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งมี โครงสร้างแบบ decentralized ดังภาพที่ 1 กล่าวคือ คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะเชื่อมต่อไปยังจุดร่วมกัน เช่น server ซึ่งมักเป็นผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต จากนั้น แต่ละ server จะเชื่อมต่อกับ server อื่น ๆ และด้วยวิธีนี้ คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับ server ต่าง ๆ จะสามารถ สื่อสารถึงกันได้ ดังนั้น ผู้ที่ควบคุม server จะมีอำนาจ ควบคุมระบบและข้อมูลที่แลกเปลี่ยนในเครือข่าย ในทางตรงกันข้ามเครือข่ายแบบ Blockchain ไม่ต้องอาศัย server โดยที่คอมพิวเตอร์

แต่ละเครื่องจะทำหน้าที่เป็น node ที่เชื่อมต่อถึงกันทุก node และไม่มีบุคคลหรือหน่วยงานใดที่มีอำนาจกลางใน การควบคุม [9]

นอกจากนี้รายการธุรกรรมดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบ (Consensus) จากทั้งเครือข่ายเสียก่อน จึงจะสามารถบันทึกข้อมูลเข้า Block ได้ จึงทำให้เทคโนโลยี Blockchain ได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยี การจัดเก็บข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง



ภาพที่ 1 Centralized, decentralized and distributed network models. [14]

2. อุปสรรคของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน

เทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีที่ถือว่าใหม่สำหรับประเทศไทย ถ้าหากกล่าวถึงวงการก่อสร้างแล้วถือว่าใหม่มากๆ และยังเข้าถึงได้ยากอีกด้วย แถมยังมีเอกสารไม่มากพอที่จะศึกษาให้ละเอียดถี่ถ้วน ส่งผลให้การใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นในบริบทของ เทคโนโลยี องค์กร สิ่งแวดล้อมทั้งภายนอก ภายใน และยังเป็นอุปสรรคต่อตัวบุคคลที่ทำการศึกษา ใช้งานอีกด้วยการปรับตัวเข้าสู่เทคโนโลยี

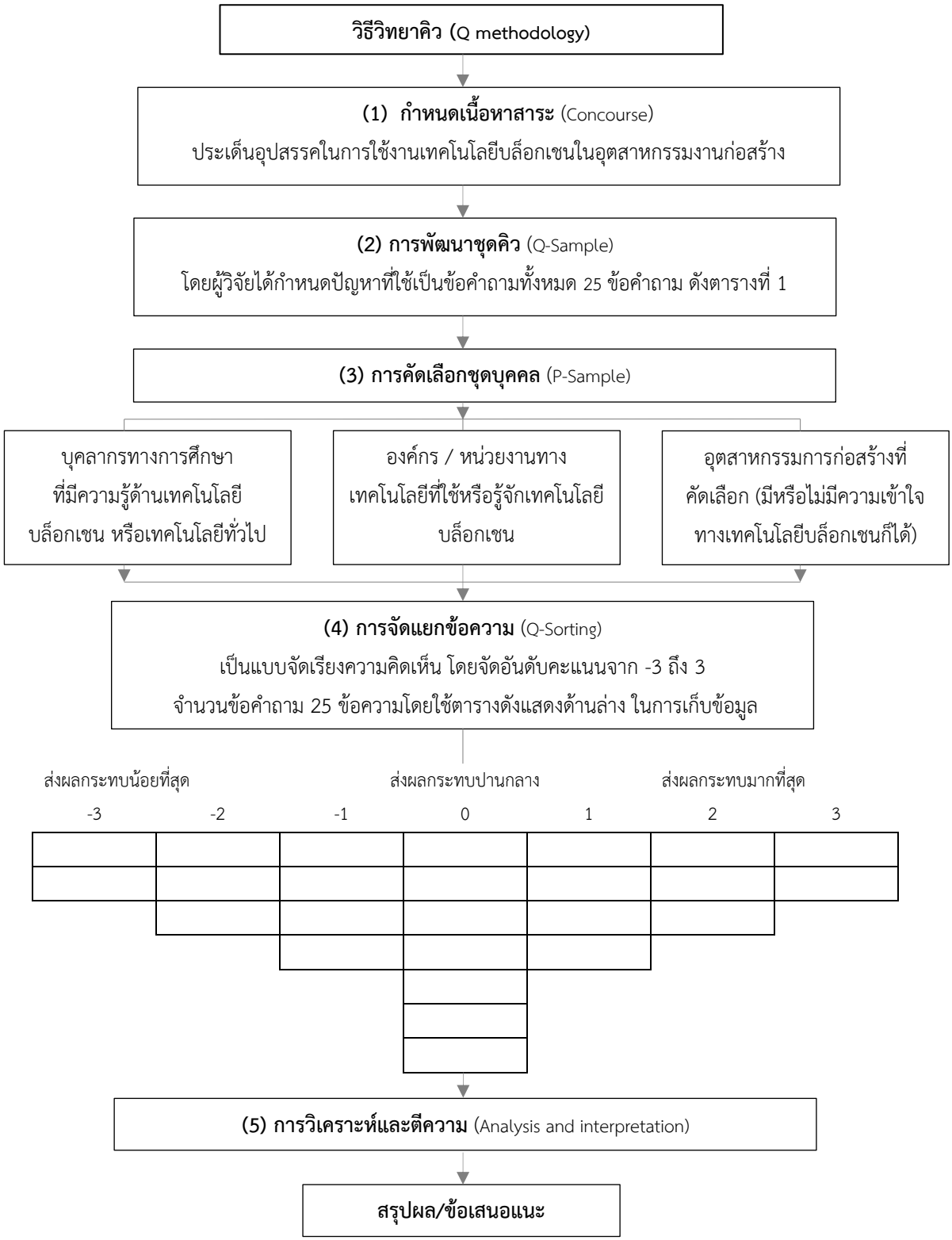
แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาบทความต่างๆ จากต่างประเทศ สามารถยกตัวอย่างอุปสรรคของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนแบ่งเป็น 4 อุปสรรคใหญ่ๆ ดังนี้ (1) อุปสรรคทางเทคโนโลยี (2) อุปสรรคทางองค์กร (3) อุปสรรคทางสิ่งแวดล้อม และ (4) อุปสรรคส่วนบุคคล สามารถจำแนกออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังตารางที่ 1

วิธีการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิทยาคิว (Q methodology) ในการทำวิจัย เนื่องจากวิธีวิทยาคิวเหมาะสำหรับงานวิจัยที่ต้องการบุคคลตอบแบบสอบถามไม่มาก เนื่องด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชนในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน ทางผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าวิธีวิทยาคิวเหมาะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

วิธีวิทยาคิว (Q methodology) เริ่มต้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1935 โดย วิลเลียม สเตเฟนสัน (William Stephenson) นักพฤติกรรมศาสตร์และนักจิตวิทยาซึ่งได้พัฒนาเทคนิคนี้เรื่อยมา วิธีวิทยาคิวเป็นการผสมผสานทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การศึกษาเชิงคุณภาพเป็นการศึกษาความคิดเห็นหรือทัศนคติของมนุษย์ในประเด็นต่างๆ และเป็นการศึกษาถึงสาเหตุของความคิดเห็นหรือทัศนคติในแต่ละกลุ่มบุคคล และการนำเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เข้ามาใช้ทำให้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ

เนื่องจากเป็นการเก็บตัวอย่างโดยวิธีวิทยาคิว เป็นการคัดเลือกบุคคลที่เป็นผู้เกี่ยวข้อง เข้าใจปัญหาเป็นอย่างดี โดยทั่วไปจะไม่น้อยกว่า 12 คน [5] และวิธีวิทยาคิว (Q Methodology) มีขั้นตอนอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การกำหนดเนื้อหาสาระ (Concourse) (2) การพัฒนาชุดคิว (Q-Sample) (3) การคัดเลือกชุดบุคคล (P-Sample) (4) การจัดแยกข้อความ (Q-Sorting) และ (5) การวิเคราะห์และตีความ (Analysis and interpretation) แสดงดังภาพ 2



ภาพที่ 2 วิธีการดำเนินวิจัย โดยวิธีวิทยาคิว

1. การกำหนดเนื้อหาสาระ (Concourse)

เป็นการกำหนดข้อความที่เป็นไปได้ในเรื่องที่จะศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกสำรวจอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย

2. การพัฒนาชุดคิว (Q-Sample)

เป็นการคัดเลือกข้อความเนื้อหาสาระ ผู้วิจัยต้องคัดเลือกข้อความให้มีความครอบคลุมในทุกมิติและจะต้องคัดเลือกข้อความให้แตกต่างจากกันอย่างกว้างขวางเพื่อให้ข้อความคิวที่คัดเลือกได้เป็นตัวแทนได้ถึงปลายทั้งสองข้างคือทั้งทางบวกและทางลบ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกทั้งหมด 25 ข้อความ ดังตารางที่ 1 [2]

3. การคัดเลือกชุดบุคคล (P-Sample)

เป็นบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในเชิงทฤษฎี (Theoretically relevant) กับปัญหาที่ศึกษาเท่านั้น บุคคลที่ให้ข้อมูลต้องเป็นผู้ที่มีมุมมองชัดเจนในเรื่องนั้น หากใช้วิธีวิทยาการวิจัยโดยทั่วไปจะเน้นในเรื่องความเป็นตัวแทน แต่สาหรับวิธีวิทยาคิวเป้าหมายที่ต้องการคือคนที่จะมานิยามความเห็น ซึ่งจำนวนผู้ให้ข้อมูลขั้นต่ำไม่ควรต่ำกว่า 12 คน ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกบุคคลในการตอบแบบสอบถามทั้งหมด 14 ท่าน ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 บุคลากรทางการศึกษาจำนวน 1 ท่าน กลุ่มที่ 2 องค์กร หน่วยงานทางเทคโนโลยีที่ใช้หรือรู้จักเทคโนโลยีบล็อกเชนจำนวน 6 ท่าน และกลุ่มที่ 3 อุตสาหกรรมการก่อสร้างจำนวน 7 ท่าน เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่าง [32]

4. การจัดแยกข้อความ (Q-Sorting)

เป็นการจัดแยกข้อความโดยการแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ช่วงข้อความที่เห็นด้วย หรือเห็นว่ามีความสำคัญ ช่วงที่ 2 ข้อความที่ไม่เห็นด้วย หรือเห็นว่าไม่มีความสำคัญและ ช่วงที่ 3 ข้อความที่รู้สึกว่าเป็นกลางๆ เมื่อจัดแยกข้อความเสร็จแล้วควรหาข้อมูลความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นข้อความที่อยู่ปลายทั้งสองข้าง ดังแสดงในภาพที่ 1 ส่วนที่ 4 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องนำกลุ่มข้อความ 25 ข้อความ (ดังแสดงในตารางที่ 1) มากรอกลงในตารางจัดแยกข้อความที่กำหนดไว้ เพื่อจะได้นำข้อความเหล่านั้นมาตีความต่อไป

5. การวิเคราะห์และตีความ (Analysis and interpretation)

โดยวิธิวิทยาคิวในการวิเคราะห์และตีความ เป็นการคำนวณหาเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (Correlation matrix) ของการจัดเรียงลำดับข้อความซึ่งจะแสดงถึงระดับของความคิดเห็น เช่น เห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย ในการจัดอันดับของแต่ละคน ดังแสดงในตารางที่ 2 แล้วจึงนำเมตริกซ์ความสัมพันธ์ที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อจัดกลุ่มการเรียงลำดับที่คล้ายคลึงกันไว้เป็นกลุ่มๆ การจัดกลุ่มรูปแบบการจัดเรียงลาดับข้อความของแต่ละคน พิจารณาได้จากค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ที่แสดงถึงการจัดกลุ่มความสัมพันธ์กับองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด ดังแสดงในตารางที่ 3 แล้วจึงนำมาคำนวณคะแนนความแตกต่าง (Difference scores) และคะแนนปัจจัยที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (Standardized scores) ของผู้ตอบแต่ละคนที่นิยามปัจจัยนั้นเรียกว่าคะแนนประกอบของการจัดอันดับข้อความ โดยคะแนนความแตกต่างคือปริมาณความแตกต่างของคะแนนที่ทำให้ข้อความบนสององค์ประกอบเกิดความแตกต่างทางสถิติ เมื่อคะแนนข้อความบนสององค์ประกอบมากกว่าคะแนนความแตกต่างข้อความดังกล่าวจึงเป็นข้อความจัดแยก (Distinguishing or distinctive statement) ส่วนข้อความที่ไม่สามารถจับแยกระหว่างองค์ประกอบใดๆ ได้เรียกว่า ข้อความเอกฉันท์ (Consensus statements) กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความนี้คล้ายกัน ทางผู้วิจัยได้ทำการจัดเรียงข้อมูลเพื่อสะดวกต่อความเข้าใจได้สะดวกขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4 แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปตีความ วิเคราะห์ สรุปผลในขั้นต่อไป

ตารางที่ 1 รายการสังเกตอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย

กลุ่มปัจจัย	ปัจจัย	อ้างอิง
1. อุปสรรคด้านเทคโนโลยี		
	P01 ความปลอดภัยของเทคโนโลยี	[18, 25, 29]
	P02 การเข้าถึงเทคโนโลยี	[3, 10, 16, 18-19]
	P03 การพัฒนาของเทคโนโลยี	[20]
	P04 การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี	[8, 16, 19, 17, 29]
	P05 ปัญหาของซอฟต์แวร์ เสี่ยงต่อความผิดพลาด (ความยุ่งยาก)	[19]
	P06 กระบวนการการเก็บข้อมูล	[25]
	P07 ค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี	[10, 18, 22]
2. อุปสรรคด้านองค์กร		
	P08 การเงินขององค์กร ณ เวลานั้น	[19, 24]
	P09 ความพร้อมของเครื่องมือ (คอมพิวเตอร์)	[19, 25]
	P10 ความเหมาะสมของการใช้งานกับระบบขององค์กร	[6, 10-12, 29]
	P11 ระบบที่ดีกว่าระบบเดิม	[6, 10, 15, 24]
	P12 ความพร้อมขององค์กรสำหรับเทคโนโลยี	[6, 11, 15-16, 21]
	P13 การฝึกอบรมภายในองค์กร	[11-12, 16]
	P14 ขนาดขององค์กร	[3, 11, 4, 24]
	P15 การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	[3, 11, 16, 19, 21]
3. อุปสรรคด้านสิ่งแวดล้อม		
	P16 ข้อกำหนดทางกฎหมาย	[10-11, 24, 29]
	P17 การใช้งานของเทคโนโลยีที่แพร่หลายในปัจจุบัน	[16, 19, 29]
	P18 การสนับสนุนจากภาครัฐบาลที่มีต่อเทคโนโลยี	[11, 19, 21, 24]
	P19 การแข่งขันจากบริษัทคู่แข่ง	[19, 24, 29]
	P20 การยอมรับเทคโนโลยีบล็อกเชนในหลายๆ หน่วยงาน	[19, 29]
	P21 ขาดตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ	[10]
4. อุปสรรคส่วนบุคคล		
	P22 ความคาดหวังต่อเทคโนโลยี	[15]
	P23 แรงจูงใจ	[15]
	P24 ทัศนคติที่มีต่อเทคโนโลยี	[15]
	P25 ขาดความรู้ / ความชำนาญ	[10-11, 20-21, 24]

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล จากผู้ตอบแบบสอบถาม 14 ท่าน ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 บุคลากรทางการศึกษาจำนวน 1 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 7.12 กลุ่มที่ 2 องค์กร หน่วยงานทางเทคโนโลยีที่ใช้หรือรู้จักเทคโนโลยีบล็อกเชนจำนวน 6 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 42.88 และกลุ่มที่ 3 อุตสาหกรรมการก่อสร้างจำนวน 7 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 50 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยของอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์และตีความ (Analysis and interpretation)

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิทยาคิว (Q-Methodology) ผู้วิจัยได้ข้อมูลพร้อมด้วยรายละเอียดของเหตุผลในการเลือกข้อความปลายสุดจากผู้ตอบความคิดเห็นแต่ละคนแล้วทำการลงรหัส และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PQ-Method ผลการวิเคราะห์ได้เมตริกความสัมพันธ์ขนาด 14x8 ของผู้จัดอันดับ (14 คือ จำนวนผู้ให้ข้อมูล 14 ท่าน 8 คือ องค์ประกอบหรือ กลุ่มที่ได้จากการวิเคราะห์โดยยังไม่หมุนแกนของโปรแกรม PQ-Method) ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำเมตริกไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยไม่หมุนแกน เพื่อทดสอบอัตราความสัมพันธ์ร่วม เพื่อทำการระบุจำนวนองค์ประกอบที่เหมาะสมกับข้อมูลต่อไป

ตารางที่ 2 น้ำหนักองค์ประกอบที่ยังไม่หมุนแกน (Unrotated Factor Matrix)

ผู้ให้ข้อมูล	**องค์ประกอบ**							
(Q-sort)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-0.0006	-0.2376	0.5268	0.1319	0.3976	0.5339	0.3737	-0.0767
2	0.3953	-0.6454	-0.3684	-0.0878	-0.3350	0.0932	0.0997	0.1699
3	-0.7750	0.4465	0.1557	0.2786	-0.0734	-0.0143	-0.0052	0.0808
4	0.1300	0.0995	0.7956	-0.3166	0.2024	-0.0357	-0.1562	-0.0691
5	0.4315	0.4205	0.1660	0.6089	-0.0391	0.0469	-0.1690	-0.0107
6	-0.0917	0.2823	-0.6462	0.2211	0.5442	0.0459	-0.0654	0.0980
7	-0.1392	-0.5622	-0.1140	-0.3293	0.5233	-0.2412	-0.0507	0.2687
8	0.5724	0.5138	-0.1183	-0.3496	0.4036	-0.0587	0.0397	-0.0836
9	0.7892	0.1088	0.1979	-0.0718	-0.1373	0.0871	0.3189	0.2398
10	-0.4748	0.3156	0.4220	-0.2097	-0.0982	-0.4001	0.2511	0.3631
11	0.0971	-0.1869	-0.0559	0.7537	0.1835	-0.3639	0.3795	0.0165
12	0.7165	0.1073	0.1988	0.2331	0.0323	0.0192	-0.3220	0.4373
13	0.5369	0.4447	-0.2585	-0.2846	-0.0870	-0.2949	0.2438	-0.2516
14	-0.3177	0.5456	-0.4096	-0.2306	-0.0806	0.4338	0.1738	0.2940
Eigenvalues	3.0755	2.1722	2.0372	1.6589	1.1283	0.9367	0.7131	0.6656
%expl.Var.	22	16	15	12	8	7	5	5

***หมายเหตุ :** Eigenvalues คือ ค่าการวัดความแปรปรวน [26]
Explained variance คือ เปอร์เซ็นต์ความแปรปวน [7]

จากตารางที่ 2 พบว่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า +0.43 และ -0.43 แสดงว่ามีนัยสำคัญที่ 0.01 [4] และจากองค์ประกอบทั้งหมด 8 องค์ประกอบ หรือ 8 กลุ่ม มีผู้ตอบให้ความเห็นหรือมีมุมเหมือนกันมากที่สุด 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยมีค่าร้อยละ 22, 16, 15, 12 และ 8 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า Eigenvalue มากกว่า 1 [23]

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการองค์ประกอบหลัก (Principal Component Method) ที่มีค่าการวัดความแปรปรวน (Eigenvalues) มากกว่า 1 ที่มีการระบุองค์ประกอบเพียง 5 องค์ประกอบ เพื่อหาน้ำหนักองค์ประกอบ โดยมีเครื่องหมาย X กำกับอัตราความสัมพันธ์มุมมองของผู้ตอบที่มีต่อองค์ประกอบนั้นๆ และเมื่อวิเคราะห์แล้วได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักองค์ประกอบตามความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล (Factor Matrix with an X indicating a Defining Sort)

ผู้ให้ข้อมูลลำดับที่ (Q-sort)	น้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละกลุ่ม				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
1	-0.0876	0.0843	0.7029X	0.0093	-0.0248
2	-0.1166	-0.8657X	-0.1784	-0.1186	-0.1393
3	-0.4333	0.8220X	-0.1731	0.0718	0.0932
4	0.3250	0.3118	0.6040	-0.0200	-0.4826
5	0.1365	0.0621	0.0770	0.8467X	0.1326
6	0.1607	0.0931	-0.1897	-0.0529	0.8817X
7	-0.0267	-0.2542	0.3834	-0.6818X	0.2317
8	0.9210X	0.0238	0.0176	0.0719	0.1909
9	0.5294	-0.3597	0.1124	0.4281	-0.3036
10	-0.0746	0.6504X	0.0179	-0.1342	-0.3313
11	-0.3701	-0.1969	0.2534	0.4608	0.4437
12	0.3755	-0.2970	0.2469	0.5713X	-0.0572
13	0.6862X	-0.1268	-0.3497	0.1776	-0.0253
14	0.1875	0.4143	-0.5977X	-0.1683	0.1838
Number of respondents loading on factor	2.0000	3.0000	2.0000	3.0000	1.0000
Explained variance (%)	16	18	12	14	11

*หมายเหตุ : คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการจัดกลุ่มบุคคล

เครื่องหมาย X คือ อันดับที่ใช้นิยามมุมมองของผู้ตอบ Factor Matrix with an X Indicating a Defining Sort [23.]

Number of respondents loading on factor คือ ค่าน้ำหนักผู้ตอบแบบสอบถาม [4.]

Explained variance คือ เปอร์เซ็นต์ความแปรปวน [7.]

จากตารางที่ 3 จะสังเกตได้ว่าผู้ให้ข้อมูลลำดับที่ 4, 9 และ 11 นั่น ไม่ปรากฏค่า X เหตุมาจาก เป็นข้อความเอกฉันท์ (Consensus Statements) ข้อความที่ไม่สามารถจับแยกระหว่างองค์ประกอบใดๆได้ กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีความคิดคล้ายกันจะอยู่กลุ่มเดียวกัน จะต้องมีค่าคะแนนความต่าง (Difference scores) และ คะแนนมาตรฐาน (Standardized) เป็นที่วิเคราะห์จัดกลุ่มได้โดยโปรแกรม PQ Method Manual ส่วนผู้ให้ข้อมูลลำดับที่ 4, 9 และ 11 นั้น ค่าคะแนนความต่าง (Difference scores) และ คะแนนมาตรฐาน (Standardized) ไม่จัดอยู่ในกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มใดเลยจึงไม่ติดค่าตัวแปร X

การวิเคราะห์การจัดอันดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อ อุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้าง เมื่อได้น้ำหนักองค์ประกอบจากการวิเคราะห์แล้ว จะพบได้ว่าความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อปัญหาที่ส่งผลกระทบต่ออุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้างมีทั้งหมด 5 กลุ่มหรือ 5 องค์ประกอบด้วยกัน แต่น้ำหนักองค์ประกอบไม่ได้นำมาใช้ในการตีความ แต่ใช้ในการแบ่งแยกหรือระบุองค์ประกอบว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นรวมกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ในการที่จะทราบถึงการจัดอันดับแต่ละข้อความขององค์ประกอบทั้ง 5 จะต้องพิจารณาจากการจัดวางองค์ประกอบ (Factor arrays) โดยพิจารณาคะแนนที่มากที่สุดของแต่ละข้อความ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การจัดอันดับข้อความขององค์ประกอบแต่ละข้อความ (Factor Q-Sort Values for Each Statement) ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล อุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้าง

ชื่อกลุ่มอุปสรรค	ปัจจัยอุปสรรค	ค่าอันดับ	ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Score)
กลุ่มที่ 1 กลุ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยี	P06 กระบวนการการเก็บข้อมูล	3	1.899
	P11 ระบบที่ดีกว่าระบบเดิม	3	1.899
	P10 ความเหมาะสมของการใช้-งานกับระบบขององค์กร	2	1.266
	P22 ความคาดหวังต่อเทคโนโลยี	2	1.155
	P19 การแข่งขันจากบริษัทคู่แข่ง	2	1.043
กลุ่มที่ 2 กลุ่มการยอมรับเทคโนโลยีในประเทศ	P20 การยอมรับเทคโนโลยีบล็อก-เชนในหลายๆ หน่วยงาน	3	1.767
	P19 การแข่งขันจากบริษัทคู่แข่ง	3	1.517
	P16 ข้อกำหนดทางกฎหมาย	2	1.510
	P13 การฝึกอบรมภายในองค์กร	2	1.150
	P14 ขนาดขององค์กร	2	1.087
กลุ่มที่ 3 กลุ่มค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี	P07 ค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี	3	1.547
	P01 ความปลอดภัยของเทคโนโลยี	3	1.390
	P10 ความเหมาะสมของการใช้งาน-กับระบบขององค์กร	2	1.083
	P02 การเข้าถึงเทคโนโลยี	2	1.080

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การจัดอันดับข้อความขององค์ประกอบแต่ละข้อความ (Factor Q-Sort Values for Each Statement) ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล อุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้าง (ต่อ)

ชื่อกลุ่มอุปสรรค	ปัจจัยอุปสรรค	ค่าอันดับ	ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Score)
กลุ่มที่ 3 กลุ่มค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี (ต่อ)	P21 ขาดตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ	2	0.930
กลุ่มที่ 4 กลุ่มปัญหาความยากง่ายของการใช้งานเทคโนโลยี	P01 ความปลอดภัยของเทคโนโลยี	3	2.184
	P05 ปัญหาของซอฟต์แวร์ เสี่ยงต่อความผิดพลาด (ความยุ่งยาก)	3	1.701
	P06 กระบวนการการเก็บข้อมูล	2	1.333
	P03 การพัฒนาของเทคโนโลยี	2	1.275
	P20 การยอมรับเทคโนโลยีบล็อกเชนในหลายๆ หน่วยงาน	2	1.033
กลุ่มที่ 5 กลุ่มการเข้าถึงเทคโนโลยี	P01 ความปลอดภัยของเทคโนโลยี	3	1.782
	P22 ความคาดหวังต่อเทคโนโลยี	3	1.782
	P17 การใช้งานของเทคโนโลยีที่แพร่หลายในปัจจุบัน	2	1.188
	P19 การแข่งขันจากบริษัทคู่แข่ง	2	1.188
	P20 การยอมรับเทคโนโลยีบล็อกเชนในหลายๆ หน่วยงาน	2	1.188

***หมายเหตุ** : Z-Score คือ ค่าคะแนนมาตรฐานที่ให้ค่าความสำคัญมากสุดน้อยสุด [22]

2. ผลการศึกษาโดยน้ำหนักองค์ประกอบ

ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้างด้วยวิธีวิทยาคิว โดยใช้การแยกองค์ประกอบหลัก (Principal Component Method) สามารถจำแนกองค์ประกอบทั้งหมดได้ 5 กลุ่ม โดยผู้วิจัยได้ระบุเครื่องหมาย X ของผู้ให้ข้อมูลกลุ่ม เพื่อแสดงถึงอัตราความสัมพันธ์ของมุมมองของผู้ตอบที่มีต่อกลุ่มนั้นๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 2 คน (คนที่ 8 และ 13) มีอัตราน้ำหนักของความเห็นร่วมของผู้ตอบอยู่ระหว่าง 0.6862 ถึง 0.9210 องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 3 คน (คนที่ 2, 3 และ 10) มีอัตราน้ำหนักของความเห็นร่วมของผู้ตอบอยู่ระหว่าง -0.8657 ถึง 0.8220 องค์ประกอบที่ 3 จะประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 2 คน (คนที่ 1 และ 14) มีอัตราน้ำหนักของความเห็นร่วมของผู้ตอบอยู่ -0.5977 ถึง 0.7029 องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 3 คน (คนที่ 5,7 และ 12) มีอัตราน้ำหนักของความเห็นร่วมของผู้ตอบอยู่ระหว่าง -0.6818 ถึง 0.8467 และองค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วยผู้ตอบจำนวน 1 คน (คนที่ 6) มีอัตราน้ำหนักของความเห็นร่วมของผู้ตอบอยู่ 0.8817 จึงเห็นได้ว่าผู้ตอบมีมุมมองแบบเดียวกันทำให้ได้เมตริกความสัมพันธ์ต่อภาวะวิสัยของผู้ตอบในแง่มุมเดียวกันอย่างชัดเจน ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามคนที่ 4, 9 และ 11 ค่า Eigenvalue น้อยกว่า 1 จึงไม่มีเครื่องหมาย X กำกับในตารางที่ 3 เพราะฉะนั้น จึงไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาวิเคราะห์โดยตัวโปรแกรม PQ-Method ในวิธีวิทยาคิว ค่าการวัดความแปรปรวน (Eigenvalues) มากกว่า 1 ถึงจะถูกนำมาพิจารณา [23] ดังนั้น การวิเคราะห์โดยวิธีวิทยาคิวจึงแบ่งผู้ตอบแบบสอบถามได้เป็น 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 3

3. ผลการศึกษาโดยการจัดอันดับความคิดเห็น (Z-Score และ ค่าอันดับโดยวิธีวิยาคิว)

การจัดอันดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่ออุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมงานก่อสร้าง เมื่อพิจารณาในแต่ล่ะกลุ่มโดยการจัดเรียงค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Score) และค่าอันดับโดยวิธีวิทยาคิว จะพบว่าปัจจัยสำคัญ 5 อันดับแรกของแต่ล่ะกลุ่มเป็นผลจากความคิดเห็นของคนที่อยู่ในกลุ่มนั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยี เป็นกลุ่มที่มอง กระบวนการเก็บข้อมูล และระบบที่ดีกว่าเดิม กลุ่มที่ 2 กลุ่มการยอมรับเทคโนโลยีเป็นกลุ่มที่มอง การยอมรับเทคโนโลยี และการแข่งขันจากบริษัทคู่แข่ง กลุ่มที่ 3 กลุ่มค่าใช้จ่าย กลุ่มที่มอง ค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี และความปลอดภัยของเทคโนโลยี กลุ่มที่ 4 กลุ่มปัญหาความยากง่ายของการใช้งาน กลุ่มที่มอง ปัญหาการใช้งานและความปลอดภัยของเทคโนโลยี และกลุ่มที่ 5 กลุ่มการเข้าถึงเทคโนโลยี กลุ่มที่มอง การเข้าถึงเทคโนโลยี และความปลอดภัยของเทคโนโลยี เป็นส่วนสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้การหาอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างโดยวิธีวิทยาคิว (Q methodology) โดยการสัมภาษณ์บุคคล 14 ท่าน สามารถจัดกลุ่มบุคคลที่มองอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยวิธีวิทยาคิวออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มที่ 1) กลุ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยี กลุ่มที่ 2) กลุ่มการยอมรับเทคโนโลยีในประเทศ กลุ่มที่ 3) กลุ่มค่าใช้จ่ายสำหรับเทคโนโลยี กลุ่มที่ 4) กลุ่มปัญหาความยากง่ายของการใช้งานเทคโนโลยี และกลุ่มที่ 5) กลุ่มการเข้าถึงเทคโนโลยี เทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีที่เกิดใหม่และได้รับความสนใจอย่างมาก จากบริษัทสตาร์ทอัพ ผู้พัฒนาเทคโนโลยี องค์กร รัฐบาลแห่งชาติ และบุคลากรทางวิชาการ [27] เทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีที่ดี สามารถช่วยจัดการข้อมูลต่างๆ ในหลายๆขั้นตอนการทำงานให้เป็นระเบียบมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการเงิน ซึ่งปัจจุบันสกุลเงินดิจิตอลใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการจัดเก็บข้อมูลแล้วกว่า 1,600 สกุลเงิน มูลค่าตลาดรวมกว่า 2,170 พันล้านดอลลาร์ [25] อุตสาหกรรมการแพทย์เทคโนโลยีบล็อกเชนมีประสิทธิภาพอย่างมากในการดูแลสุขภาพ ตั้งแต่การจัดการข้อมูลผู้ป่วยไปจนถึงการติดตามยาในห่วงโซ่อุปทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] ในอุตสาหกรรมก่อสร้างยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดดการเอกสาร การจัดการการชำระเงิน การจัดการสัญญางานก่อสร้าง ห่วงโซ่อุปทานในงานก่อสร้าง และอื่นๆ [25] แต่อย่างไรก็ตามจากการอ่านอ่านวารสารต่างประเทศ และข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามมองเห็นไปในทางเดียวกันว่า เทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีที่ดี เชื่อว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนอาจประสบความสำเร็จและเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในธุรกิจการก่อสร้างเช่นเดียวกับอินเทอร์เน็ตในอนาคตอันใกล้นี้ [31] สำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างเป็นเทศไทยถือว่าห่างไกลกับเทคโนโลยีบล็อกเชนมากนัก หากจะเกิดการใช้จริงจะต้องมีการจัดอบรมที่ดี มีตัวอย่างการใช้งานที่ประสบความสำเร็จต่างๆ และการเข้าถึงเทคโนโลยีอย่างทั่วถึง ทางผู้เชี่ยวชาญให้การคาดคะเนอีกประมาณ 3-5 ปี เทคโนโลยีบล็อกเชนยังจะเป็นที่รู้จักในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทยมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยครั้งนี้พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่างๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีบล็อกเชน เป็นงานวิจัยเพื่ออนาคต เพราะเทคโนโลยีบล็อกเชนนั้นมีการใช้งาน และเป็นที่รู้จักน้อยมากในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทย จะต้องศึกษาวารสารในประเทศ ต่างประเทศ ติดตามข่าวสารด้านเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของโลกอยู่เสมอ บทความนี้เป็นเพียงตัวอย่างส่วนนึงของ อุปสรรคของการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างประเทศไทยเพียงเท่านั้น ทางผู้วิจัยหวังว่าบทความนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจเทคโนโลยีบล็อกเชนอยู่ในขณะนี้ไม่มากก็น้อย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถามทุกๆท่าน ทั้งในหน่วยงานทางการศึกษา หน่วยงานทางเทคโนโลยี หน่วยงานทางการเงิน อุตสาหกรรมการก่อสร้าง นอกจากนี้ ขอขอบคุณถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และแผนกวิศวกรรมบริหารงานก่อสร้าง สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Balasubramanian S, Shukla V, Sethi JS, Islam N, Saloum R. A readiness assessment framework for Blockchain adoption: A healthcare case study. 2021.Technological Forecasting and Social Change 165.
2. Barbosa JC, Willoughby P, Rosenberg CA, Mrtek RG. Statistical methodology: VII. Q-methodology, a structural analytic approach to medical subjectivity. Academic Emergency Medicine 1998. 5, 1032–1040.
3. Barnes III BW, Xiao B. Organizational adoption of blockchain technology: An ecosystem perspective. in Proceedings of the 2019 DIGIT Workshop.
4. Barrense-Dias Y, Akre C, Suris JC, Berchtold A. Opinions of adolescents on prevention related to sexting: A Q-methodology study. Sexuality Research and Social Policy. 2020 Dec;17(4):753/64.
5. Barry J, Proops J. Seeking sustainability discourses with Q methodology. Ecological Economics 28, 1999. 337–345.
6. Batubara FR, Ubacht J, Janssen M. Challenges of blockchain technology adoption for e-government: A systematic literature review. in ACM International Conference Proceeding Series 2018.
7. Beckham Hooff S, Botetzagias I, Kizos A. Seeing the wind (farm): Applying Q-methodology to understand the public's reception of the visuals around a wind farm development. Environmental Communication. 2017 Sep 3;11(5):700/22.
8. Çaldağ MT, Gökalp E. Exploring critical success factors for blockchain-based intelligent transportation systems. Emerging Science Journal. 2020. 4, 27–44.
9. Chetneti S. training course Block Chain and Bit Coin This work by Rangsit University is a part of Thai MOOC 2020.
10. Choi D, Chung CY, Seyha T, Young J. Factors affecting organizations' resistance to the adoption of blockchain technology in supply networks. Sustainability. 2020 Jan;12(21):8882.
11. Clohessy T, Treiblmaier H, Acton T, Rogers N. Antecedents of blockchain adoption: An integrative framework. Strategic Change. 2020 Sep;29(5):501/15.
12. Clohessy T, Acton T. Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption: An innovation theory perspective. Industrial Management and Data Systems 2019.119, 1457–1491.
13. Gong Y, Liao JH. Blockchain technology and simulation case analysis to construct a big data platform for urban intelligent transportation. Journal of Highway and Transportation Research and Development (english Edition). 2019 Dec 1;13(4):77-87.

14. Hoelscher J. Diffused art and diffracted objecthood: Painting in the distributed field. College Arts Association, Painting in the Digital Age: Twenty-First-Century Recontextualization 2014. Hilton Hotel, Chicago, IL, 15.
15. Holotiuk F, Pisani F, Moormann J. Radicalness of blockchain: an assessment based on its impact on the payments industry. Technology Analysis & Strategic Management. 2019 Aug 3;31(8):915/28.
16. Kamble SS, Gunasekaran A, Kumar V, Belhadi A, Foropon C. A machine learning based approach for predicting blockchain adoption in supply Chain. Technological Forecasting and Social Change. 2021 Feb 1;163:120465.
17. Kamble S, Gunasekaran A, Arha H. Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. International Journal of Production Research 2019. 57, 2009–2033.
18. Kapassa E, Themistocleous M, Quintanilla JR, Touloupos M, Papadaki M. Blockchain in smart energy grids: a market analysis. InEuropean, Mediterranean, and Middle Eastern Conference on Information Systems 2020 Nov 25 (pp. 113-124). Springer, Cham.
19. Kouhizadeh M, Saberi S, Sarkis J. Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. International Journal of Production Economics. 2021 Jan 1;231:107831.
20. Li J, Greenwood D, Kassem M. Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases. Automation in construction. 2019 Jun 1;102:288-307.
21. Malik S, Chadhar M, Chetty M, Vatanasakdakul S. An exploratory study of the adoption of blockchain technology among australian organizations: A theoretical model. InEuropean, Mediterranean, and Middle Eastern Conference on Information Systems 2020 Nov 25 (pp. 205-220). Springer, Cham.
22. Mangnormake V, Charnwasununth P, Aksorn P. Risk Identification and Analysis of Airport Construction Project in Lao PDR Case Study: Nongkhang Airport Construction Project. 2017. KKU RESEARCH JOURNAL (GRADUATE STUDY) Vol. 17 NO.4: October-December.
23. Nost E, Robertson M, Lave R. Q-method and the performance of subjectivity: reflections from a survey of US stream restoration practitioners. Geoforum. 2019 Oct 1;105:23/31.
24. Paliwal V, Chandra S, Sharma S. Blockchain technology for sustainable supply chain management: A systematic literature review and a classification framework. Sustainability. 2020 Jan;12(18):7638.
25. Perera S, Nanayakkara S, Rodrigo MN, Senaratne S, Weinand R. Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry?. Journal of Industrial Information Integration. 2020 Mar 1;17:100125.
26. Rieber LP. Q methodology in learning, design, and technology: An introduction. Educational Technology Research and Development. 2020 Oct;68(5):2529/49.
27. Rodrigo MNN, Perera S, Senaratne S, Jin X. Potential application of blockchain technology for embodied carbon estimating in construction supply chains. 2020. Buildings 10.
28. Sincharoonsak T, Nakavisute I. Effedct of blockchain on accounting information security. Journal of MCU Nakhondhat. 2020 May 20;7(5):1/1.
29. Toufaily E, Zalan T, Dhaou SB. A framework of blockchain technology adoption: An investigation of challenges and expected value. Information & Management. 2021 Apr 1;58(3):103444.

30. Wang J, Wu P, Wang X, Shou W. The outlook of blockchain technology for construction engineering management. Frontiers of engineering management. 2017:67/75.
31. Wang S, Huang C, Li J, Yuan Y, Wang FY. Decentralized construction of knowledge graphs for deep recommender systems based on blockchain-powered smart contracts. 2019. IEEE Access 7, 136951–136961.
32. Yoshizawa G, Iwase M, Okumoto M, Tahara K, Takahashi S. Q workshop: An application of Q methodology for visualizing, deliberating and learning contrasting perspectives. International Journal of Environmental and Science Education 11 2016. 6277–6302.