

แบบจำลองกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี สำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้าง

A Fuzzy AHP Model for Contractor Selection

สุริยวุธ ไล่เพี้ย^{1*} และ ไพจิตร พาวัน²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
เลขที่ 2410/2 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
เลขที่ 2410/2 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Suriyawut Saipia^{1*} and Paijit Pawan²

¹Master degree Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sripratum
university, 2410/2 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok, 10900

²Assistant professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sripratum
university, 2410/2 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok, 10900

Email: suriyawut_s@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาก่อสร้าง ด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี เริ่มจากการศึกษาปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลต่อการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาก่อสร้าง ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 20 ปัจจัย จากนั้นผู้วิจัยนำเทคนิคเดลฟายมาใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 8 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารและควบคุมโครงการมากกว่า 15 ปีขึ้นไป มีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีด้านวิศวกรรมโยธา และมีตำแหน่งงานระดับผู้จัดการโครงการขึ้นไป โดยเป็นการสัมภาษณ์ จำนวน 2 รอบ รอบแรกเป็นการพิจารณาปัจจัยที่คิดว่ามีความสำคัญและสอดคล้องกับการประเมินด้านเทคนิค ตามหลักการ IOC เพื่อคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่สอดคล้อง และตัดปัจจัยที่ไม่สอดคล้องออก เป็นผลทำให้ได้ปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 16 ปัจจัย จากนั้นเป็นการสัมภาษณ์รอบสอง เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี พบว่าค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านการควบคุมโครงการ มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.39 รองลงมาด้านเครื่องมือ-เครื่องจักร มีค่าเท่ากับ 0.23 ด้านทรัพยากรบุคคล มีค่าเท่ากับ 0.22 ด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.09 และด้านการจัดซื้อวัสดุหลัก มีค่าเท่ากับ 0.07 ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้ นำปัจจัยและเกณฑ์ค่าน้ำหนักความสำคัญจากแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับโครงการจริง จำนวน 4 โครงการ พบว่าแบบจำลองมีศักยภาพในการประเมินแต่ละหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงรายละเอียดด้านเทคนิคก่อสร้างที่มุ่งเน้นความสำเร็จด้านบริหารโครงการก่อสร้างที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าที่ทางบริษัทเจ้าของโครงการกำหนดไว้เดิม และสามารถนำไปปรับใช้ในโครงการก่อสร้างต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี, การคัดเลือกผู้รับเหมา, คุณสมบัติเบื้องต้นของผู้รับเหมา

Abstract

The objective of this study was to develop Pre-Qualification Model for Contractor Selection using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). The model development process began with the study of factors and criteria affecting the technical assessment of contractors in construction projects. It consisted of 5 main factors and 20 secondary factors. After that, the researcher applied the Delphi technique to interview 8 experts with the following qualifications: more than 15 years of experience in project management, at least a bachelor's degree in civil engineering, and position at the project manager position or higher. The interviews were conducted in two rounds. The first-round interview was carried out for screening the inconsistent factors according to the IOC-based technical assessment, resulting in 5 main factors and 16 minor factors. The second-round interview then performed to determine the significance weights of main and minor factors using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process. The results showed that the weighted values of 5 main factors which were the project control, the machine-tool-related, the human resources, the safety and environment, and the material purchase, were 0.39, 0.23, 0.22, 0.09, and 0.07 respectively. The model from this study then was applied to 4 projects to compare the order of the technical evaluation scores and the order of the bidders according to the model with the project owner. It revealed that the model has the potential to evaluate each specific topic of construction technique details that were more focused on the success of project management than the project owner had set. Therefore, the model can be adapted for other construction projects to select the contractor.

Keywords: Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Contractor Selection, Pre-Qualification

Received: April 11,2022; **Revised:** September 16,2022; **Accepted:** September 28,2022

1. บทนำ

การคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง เป็นการพิจารณาคัดเลือกเพื่อให้ได้ผู้รับเหมาที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการทำงาน โดยการพิจารณาคุณสมบัติเบื้องต้น (Pre-Qualification: PQ) เช่น การจัดการองค์กรของบริษัท สถานะทางการเงิน เทคนิคการจัดการและควบคุมโครงการ ประสบการณ์ทำงานที่ผ่านมา ผลงานในอดีตที่ผ่านมา และชื่อเสียงความน่าเชื่อถือของบริษัท (Mohammad et al., 2017) โดยบริษัทเจ้าของโครงการที่เป็นเอกชน (Private owner) ได้นำ PQ มาใช้ในการพิจารณาคัดเลือกขึ้นบัญชีรายชื่อผู้รับเหมาของบริษัท (Approved Vendor List: AVL) ซึ่งแยกตามประเภทของงานก่อสร้างไว้ในฐานข้อมูลบริษัท และเมื่อมีโครงการที่จะดำเนินการก่อสร้างใหม่ จะเลือกรายชื่อผู้รับเหมา AVL มาพิจารณาตามประเภทงานก่อสร้าง และเชิญผู้รับเหมาเข้าร่วมเสนองานของโครงการ และทำการประเมินความสามารถทางเทคนิคในการบริหารโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา โดยบริษัทเจ้าของโครงการ จะกำหนดปัจจัย และเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละด้านที่มีผลต่อการประเมินด้านเทคนิคและตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมา ในโครงการก่อสร้าง (Holt et al., 1994) ซึ่งขั้นตอนการพิจารณาผู้ชนะจะนำผลการประเมินด้านเทคนิคมาพิจารณาประกอบ ร่วมกับด้านราคา โดยทางบริษัทเจ้าของโครงการไม่ได้พิจารณาผู้ชนะจากราคาต่ำสุดเพียงอย่างเดียวในการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมา แต่จะให้ความสำคัญกับการประเมินด้านเทคนิคของแต่ละปัจจัยต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ด้วย เช่นเดียวกับโครงการที่เป็นของรัฐ (public owner) ที่ดำเนินการคัดเลือกผู้รับเหมา ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 65 ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอโดยวิธีตามมาตรา 55 (1) หรือ (2) ให้หน่วยงานของรัฐ ดำเนินการโดยพิจารณาถึงประโยชน์ของหน่วยงานของรัฐ และวัตถุประสงค์ของการใช้งานเป็นสำคัญ โดยให้คำนึงถึงเกณฑ์ราคาและพิจารณาเกณฑ์อื่นประกอบด้วย (6) ข้อเสนอด้านเทคนิคหรือข้อเสนออื่น ในกรณีที่กำหนดให้มีการยื่น ข้อเสนอด้านเทคนิค

แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ปัจจุบันและตรงตามลักษณะประเภทงานก่อสร้าง โดยเฉพาะปัจจัย (criteria) และเกณฑ์ค่าน้ำหนัก (weight) ที่มีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญหลายท่านในการกำหนด ทำให้มีมุมมองที่แตกต่างกันเกิดความคลุมเครือ ความไม่ชัดเจนและความไม่แน่นอนของปัจจัย กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าน้ำหนักของปัจจัย ที่มีโครงสร้างการเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์ โดยการกำหนดระดับความสำคัญแต่ละเกณฑ์เป็นตัวเลขแบบฟัซซีนิมเบอร์ (Fuzzy Number) งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธี FAHP มาเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจที่มีความคลุมเครือ และมีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อ การประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาก่อสร้าง
2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ประกอบด้วยหลักการพิจารณาคูณสมบัติเบื้องต้น และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองตามกรอบงานการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ดังนี้

3.1 การพิจารณาคูณสมบัติเบื้องต้นของผู้รับเหมา (PQ)

การพิจารณาคัดเลือกเพื่อให้ได้ผู้รับเหมาที่เหมาะสมก่อนการประมูล โดยผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในด้านการศึกษาถึงปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง โดยสรุปเป็นปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 20 ปัจจัย ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง

ปัจจัยหลัก (Criteria)	ปัจจัยรอง (Sub-Criteria)
1. ด้านการควบคุมโครงการ	1. แผนปฏิบัติงานภาพรวมของโครงการ (Jaman and Margaret,2012)
	2. แผนขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้าง (Jaman and Margaret,2012)
	3. แผนบริหารจัดการบุคลากรและจำนวนแรงงาน (Ahad et al., 2016)
	4. แผนบริหารจัดการเครื่องมือ-เครื่องจักร (Ahad et al., 2016)
	5. แผนบริหารจัดการควบคุมคุณภาพ (Jaman and Margaret,2012)
	6. แผนบริหารจัดการภายในองค์กร (Jaman and Margaret,2012)
2. ด้านทรัพยากรบุคคล	7. ประสบการณ์ผู้จัดการโครงการ (Ahad et al., 2016)
	8. ประสบการณ์วิศวกรโครงการ (Ahad et al., 2016)
	9. ประสบการณ์ทีมช่างเทคนิค (Ahad et al., 2016)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัจจัยหลัก (Criteria)	ปัจจัยรอง (Sub-Criteria)
	10. ประสบการณ์ที่มึ้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย (Jaman and Margaret,2012)
3. ด้านการจัดซื้อวัสดุหลัก	11. จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการจัดซื้อวัสดุหลัก (วรรณพล และอมรชัย,2653)
	12. มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าให้ (วรรณพล และอมรชัย,2653)
	13. ระยะเวลาการสั่งวัสดุและการส่งมอบวัสดุ (วรรณพล และอมรชัย,2653)
4. ด้านเครื่องมือ-เครื่องจักร	14. ชนิดของเครื่องมือ-เครื่องจักร (สิทธิโชค และทวีศักดิ์,2654)
	15. จำนวนของเครื่องมือ-เครื่องจักร (สิทธิโชค และทวีศักดิ์,2654)
	16. สภาพครอบครองเครื่องมือ-เครื่องจักร (เช่า-ซื้อ) (สิทธิโชค และทวีศักดิ์,2654)
	17. เทคโนโลยีการทำงานของเครื่องจักร (วรรณพล และอมรชัย,2653)
5. ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม	18. ข้อปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม (Ossama and Khaled, 2016)
	19. ข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัย (Ossama and Khaled, 2016)
	20. ข้อปฏิบัติตามมาตรการ EIA (Ossama and Khaled, 2016)

3.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัชซี (FAHP)

FAHP เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจที่มีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ซึ่งหลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นได้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดย FAHP มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เริ่มต้นด้วยการกำหนดเป้าหมาย และสร้างโครงสร้างปัญหาที่ต้องการพิจารณาออกมาเป็นแผนภูมิลำดับชั้น (Hierarchy) ตามลำดับชั้นของเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ซึ่งทำให้ผู้วิเคราะห์มองเห็นองค์ประกอบของปัญหา และเปรียบเทียบปัญหาอย่างมีเหตุผลในทุกเกณฑ์ที่พิจารณาทำให้ผลการประเมินมีความถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น ซึ่งการเปรียบเทียบปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วยหลักการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่ ๆ (วัชรินทร์ ขวัญชัย และไพจิตร ผาวัน, 2562) เพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือก รวมทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ หากมีหลายปัจจัยที่เพิ่มมากขึ้นตามที่คุณวิจัยต้องการวิเคราะห์ ปัจจัยนั้นเพิ่ม หรือแม้กระทั่งปัจจัยที่มีความขัดแย้งกัน ไม่สมเหตุผล ทางผู้วิจัยก็ยังสามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยนั้นได้

การคำนวณ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี FAHP โดยทั่วไปสามารถทำได้หลายแบบ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนามาจาก (Chang, 1996) และ (ธนกฤต อริญตร และอรกมล วงศ์สิทธิ์, 2563) ได้อธิบายขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ โดยกำหนดเมทริกซ์ A เป็นเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละเกณฑ์ โดย α_{ij} เป็นตัวเลขฟัชซีค่าระดับความสำคัญเปรียบเทียบ ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างหลักเกณฑ์ที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1,2,3,...,n สามารถแสดงได้ ดังสมการที่ (1)

2. วิเคราะห์ค่าขอบเขตสังเคราะห์พีชชี โดยการหาค่า The geometrical means (\bar{r}_i) จากสมการที่ 2 ในแต่ละ i

$$\bar{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \right)^{1/n} \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

3. คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขพีชชี (\bar{w}_i) ของหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 3

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= \bar{r}_i \otimes (\bar{r}_1 \oplus \bar{r}_2 \oplus \bar{r}_3 \oplus \dots \oplus \bar{r}_n)^{-1} \\ &= (lw_i, mw_i, uw_i) \end{aligned} \quad (3)$$

4. คำนวณ Centre of Area (\bar{M}_i) ของน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 4

$$M_i = \frac{(lw_i + mw_i + uw_i)}{3} \quad (4)$$

5. คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขหลักเกณฑ์ จะได้ (\bar{w}_i) เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 5

$$w_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (5)$$

โดยผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการใช้ FAHP ที่สามารถนำมาเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน เช่น (Ahad et al., 2016) ประเมินคัดเลือกที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมในระบบการจัดซื้อจัดจ้างของอิหร่าน (Kai et al., 2018) ประเมินการตัดสินใจลงทุนโครงสร้างพื้นฐานทางหลวง (Abimbola et al., 2020) วิเคราะห์ปัจจัยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้รับเหมา และ (นิริเดช คูหาทองสัมฤทธิ์, 2562) ประเมินความเสี่ยงสำหรับการเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าการใช้ FAHP ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน และเป็นวิธีที่เหมาะสมในการตัดสินใจ อีกทั้งมีผลสำรวจเป็นที่น่าเชื่อถือ ในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้ที่ต้องการตัดสินใจได้รับทางเลือกที่ดีที่สุด จึงช่วยให้นักวิจัยทุกสาขานำ FAHP มาใช้อย่างแพร่หลาย

4. การพัฒนากรอบงานการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง

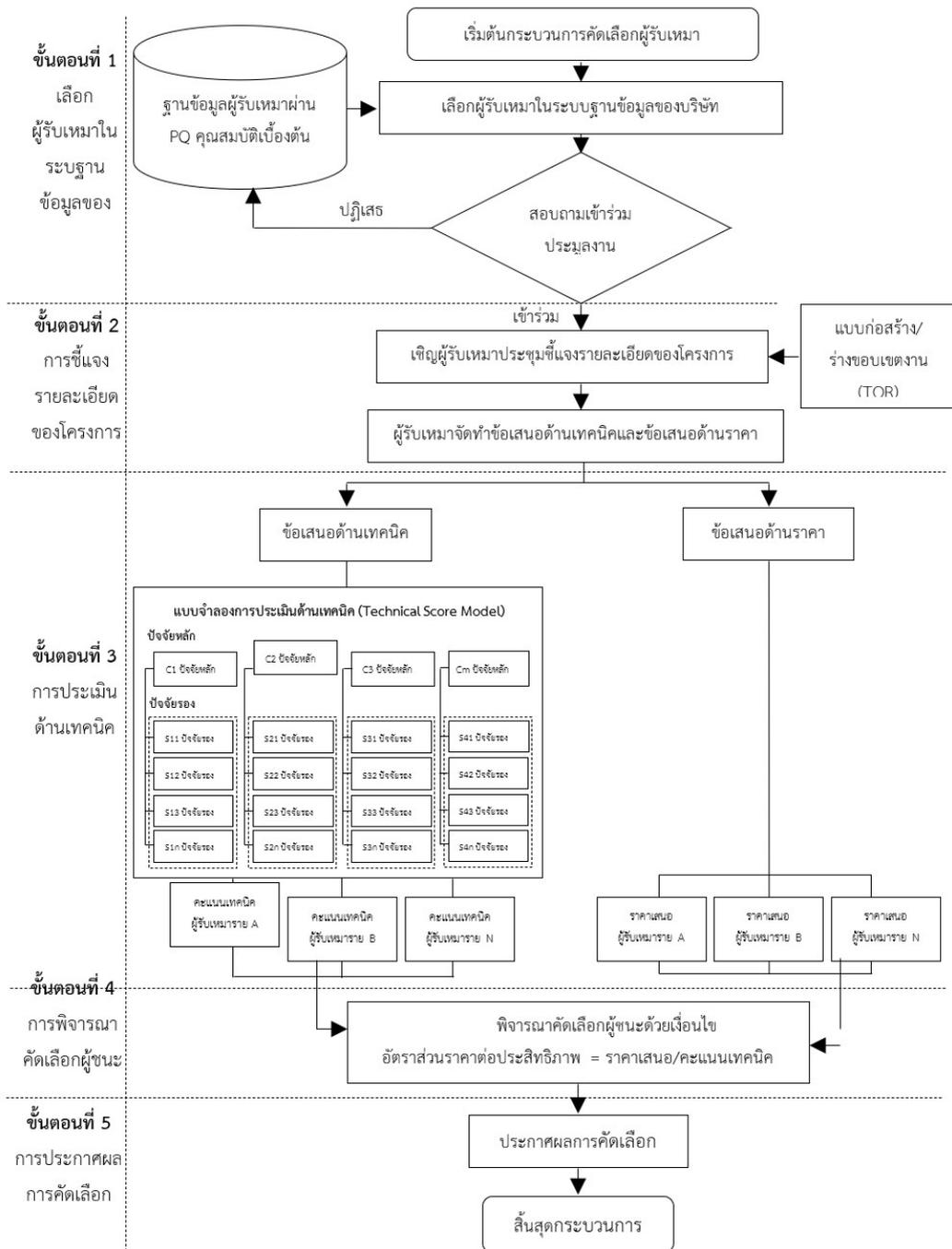
กรอบงาน (frame work) การคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง (contractor selection) มีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 เลือกผู้รับเหมาในระบบฐานข้อมูลของบริษัท

โดยเลือกรายชื่อผู้รับเหมา (Approved Vendor List: AVL) จากฐานข้อมูลบริษัท ซึ่งทางบริษัทเจ้าของโครงการได้ทำการพิจารณาคุณสมบัติเบื้องต้น (PQ) ไว้แล้ว โดยรายชื่อผู้รับเหมา AVL ที่เลือกมามีคุณสมบัติตรงตามประเภทงานก่อสร้าง และร่างขอบเขตงานของโครงการ จากนั้นจึงติดต่อเพื่อสอบถามความสนใจในการเข้าร่วมเสนองานโครงการ ซึ่งจำนวนผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 4 ราย ตามหลักเกณฑ์ที่ทางบริษัทเจ้าของโครงการกำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 การชี้แจงรายละเอียดโครงการ

จากขั้นตอนที่ 1 ผู้รับเหมา AVL ที่ตอบรับเข้าร่วมเสนองานโครงการ บริษัทเจ้าของโครงการจะเชิญผู้รับเหมาเข้ามารับฟังชี้แจงรายละเอียดของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย แบบก่อสร้าง (construction drawing) และร่างขอบเขตงาน (Term of Reference: TOR) เมื่อผู้รับเหมาทราบรายละเอียดโครงการเป็นอย่างดีแล้ว จึงจัดทำข้อเสนอแยกเป็น 2 ซอง คือ ซองที่ 1) ข้อเสนอด้านเทคนิค และ ซองที่ 2) ข้อเสนอด้านราคา เพื่อยื่นเสนอแก่บริษัทเจ้าของโครงการ



ภาพที่ 1 กรอบงานการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินด้านเทคนิค

บริษัทเจ้าของโครงการทำการพิจารณาประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์ปัจจัยที่กำหนดไว้ ออกมาเป็นคะแนนด้านเทคนิค (technical score) ของผู้รับเหมาแต่ละราย แล้วนำผลคะแนนที่ได้ไปใช้พิจารณาคัดเลือกผู้ชนะตามขั้นตอนที่ 4 ในลำดับถัดไป ซึ่งผู้วิจัยเห็นความสำคัญในขั้นตอนที่ 3 นี้ โดยเฉพาะปัจจัยและเกณฑ์ค่าน้ำหนักที่ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาประเมินด้านเทคนิคนั้นมีผลต่อการเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกของโครงการก่อสร้างนั้น จึงนำเสนอการพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคเพื่อใช้ประเมินคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง

การพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคของผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินด้านเทคนิค ตามที่ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในด้านการศึกษาถึงปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ตามตารางที่ 1 ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 20 ปัจจัย จากนั้นผู้วิจัยนำเทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) (Sharareh, 2019) มาใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้าง คุณวุฒิทางการศึกษา และระดับตำแหน่งงาน ดังตารางที่ 2 แบ่งเป็นบริษัทเจ้าของโครงการ 3 ท่าน บริษัทที่ปรึกษา และควบคุมงานก่อสร้าง 3 ท่าน และบริษัทรับเหมาก่อสร้าง 2 ท่าน โดยเป็นการสัมภาษณ์ จำนวน 2 รอบ รอบแรก เป็นการพิจารณาเลือกปัจจัย โดยผู้วิจัยจะกำหนดกรอบปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย ตามตารางที่ 1 และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาในส่วนของปัจจัยรองที่มีผลต่อการประเมินด้านเทคนิคที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด ตามหลักการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ (+1 สอดคล้อง, 0 ไม่แน่ใจ, -1 ไม่สอดคล้อง) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยผลสรุปการประเมินปัจจัยรองจากผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จำนวน 16 ปัจจัย ส่วนที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตัดทิ้งไป 4 ปัจจัย ซึ่งสรุปปัจจัยรอง ได้ดังตารางที่ 3 ส่วนการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญรอบสอง เป็นการให้คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญเป็นรายคู่ เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองขั้นตอนที่ 3 และ 4 ในลำดับถัดไป

ตารางที่ 2 รายละเอียดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	หน่วยงาน	ตำแหน่งงาน	ประสบการณ์	คุณวุฒิทางการศึกษา
1	บริษัทเจ้าของโครงการ	ผู้อำนวยการโครงการ	30	วศ.ม.วิศวกรรมโยธา
2	บริษัทเจ้าของโครงการ	ผู้จัดการโครงการอาวุโส	25	วศ.ม.วิศวกรรมโยธา
3	บริษัทเจ้าของโครงการ	ผู้จัดการโครงการอาวุโส	24	วศ.ม.วิศวกรรมโยธา
4	ที่ปรึกษาและควบคุมงานก่อสร้าง	ผู้อำนวยการโครงการ	32	วศ.ม.วิศวกรรมโยธา
5	ที่ปรึกษาและควบคุมงานก่อสร้าง	ผู้จัดการโครงการอาวุโส	28	วศ.บ.วิศวกรรมโยธา
6	ที่ปรึกษาและควบคุมงานก่อสร้าง	ผู้จัดการโครงการ	18	วศ.บ.วิศวกรรมโยธา
7	บริษัทรับเหมาก่อสร้าง	ผู้อำนวยการโครงการ	30	วศ.ม.วิศวกรรมโยธา
8	บริษัทรับเหมาก่อสร้าง	ผู้จัดการโครงการ	20	วศ.บ.วิศวกรรมโยธา

ตารางที่ 3 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองสำหรับการประเมินด้านเทคนิค

ปัจจัยประเมินเดิม		ปัจจัยประเมินจากแบบจำลอง			
ปัจจัยหลัก (Criteria)		ปัจจัยหลัก (Criteria)		ปัจจัยรอง (Sub-Criteria)	
C1	มีชื่อเสียง ศักยภาพ ความน่าเชื่อถือของ บริษัท มีเงินทุนเพียงพอและเป็นที่ยอมรับ รู้จักกันดี	C1	ด้านการควบคุม โครงการ	S11	แผนปฏิบัติงานภาพรวมของโครงการ
				S12	แผนขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้าง
				S13	แผนบริหารจัดการบุคลากรและจำนวนแรงงาน
				S14	แผนบริหารจัดการเครื่องมือ-เครื่องจักร
				S15	แผนบริหารจัดการควบคุมคุณภาพ
C2	ความสามารถ ประสบการณ์ของ Key Person ที่มา บริหารโครงการ	C2	ด้านทรัพยากร บุคคล	S21	ประสบการณ์ผู้จัดการโครงการ
				S22	ประสบการณ์วิศวกรโครงการ
				S23	ประสบการณ์ทีมช่างเทคนิค
C3	ผลงานปัจจุบันหรือ ผลงานย้อนหลังตรงกับงานประมูลและ มูลค่าใกล้เคียงกัน	C3	ด้านการจัดซื้อวัสดุ หลัก	S31	จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการจัดซื้อวัสดุหลัก
				S32	มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าให้
C4	คุณภาพของงานที่ส่ง มอบครบถ้วน ถูกต้อง ตามเงื่อนไขที่กำหนด ใน TOR	C4	ด้านเครื่องมือ เครื่องจักร	S41	ชนิดของเครื่องมือ-เครื่องจักร
				S42	จำนวนของเครื่องมือ-เครื่องจักร
				S43	สภาพครอบครองเครื่องมือ-เครื่องจักร (เช่า-ซื้อ)
C5	การส่งมอบงานตรง ตามเวลาตรงตามแผน งานที่โครงการ กำหนด	C5	ด้านความ ปลอดภัยและสิ่ง แวดล้อม	S51	ข้อปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม
				S52	ข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการทำงาน
				S53	ข้อปฏิบัติตามมาตรการ EIA

2. กำหนดตัวแปรเชิงภาษา (linguistic variables) เพื่อแสดงระดับความสำคัญต่าง ๆ ในรูปแบบของตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับความสำคัญตัวแปรเชิงภาษา

ตัวแปรเชิงภาษา (linguistic Variables)	ตัวเลข AHP	ตัวเลขฟิชซีแบบสามเหลี่ยม	
		TFS	Reciprocal TFS
มีความสำคัญเท่ากัน	1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
มีความสำคัญระหว่างเท่ากันถึงมากกว่าเล็กน้อย	2	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย	3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
มีความสำคัญระหว่างมากกว่าเล็กน้อยถึงมากกว่าปานกลาง	4	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง	5	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
มีความสำคัญระหว่างมากกว่าปานกลางถึงมากกว่ามาก	6	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
มีความสำคัญมากกว่ามาก	7	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
มีความสำคัญระหว่างมากกว่ามากถึงมากที่สุด	8	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
มีความสำคัญมากที่สุด	9	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

3. ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการศึกษาดังตารางที่ 4 เป็นอย่างดีแล้ว จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยพิจารณาจากปัจจัยแรกและปัจจัยหลัง เช่น คู่ที่ 1 C1 (ด้านควบคุมโครงการ) เป็นปัจจัยแรก กับ C2 (ด้านทรัพยากรบุคคล) เป็นปัจจัยหลัง โดยแต่ละปัจจัยมีระดับความสำคัญ ตั้งแต่ 1 ถึง 9 ที่บ่งบอกถึงปัจจัยแรกสำคัญมากกว่าปัจจัยหลัง และปัจจัยหลังสำคัญมากกว่าปัจจัยแรก ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างปัจจัยแรกกับปัจจัยหลัง

คู่อันดับ	ปัจจัยแรก	ปัจจัยแรก สำคัญมากกว่า ปัจจัยหลัง									ปัจจัยหลัง สำคัญมากกว่า ปัจจัยแรก									ปัจจัยหลัง
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	C1 (ด้าน ควบคุม โครงการ)																			C2 (ด้าน ทรัพยากร บุคคล)

4. ระหว่างการพิจารณาและตัดสินใจเปรียบเทียบระดับความสำคัญเป็นรายคู่ของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบ ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR) ดังสมการที่ 6 และค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ดังสมการที่ 7

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (7)$$

เมื่อ CR = ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล

CI = ค่าดัชนีความสอดคล้องที่วัดจากความแปรปรวนของ max จาก n

max = ผลรวมของผลคูณระหว่างผลรวมของสมาชิกในแต่ละหลักของเมทริกซ์กับน้ำหนัก (Normal Form)

Normal Form = ค่าไอเก้นของแต่ละแถวต่อผลรวมของค่าไอเก้นของทุกสดมภ์

n = จำนวนสมาชิกในแถวหรือหลัก

RI = ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (RI) และค่าอัตราความสอดคล้อง (CR)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
CR	5%		9%		10%					

ที่มา: (Abimbola et al., 2020)

ในกรณีที่ค่า CR น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ แต่ถ้าค่า CR มากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้ ผู้วิจัยจะให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทบทวนค่าน้ำหนักเปรียบเทียบในปัจจุบันนี้ใหม่

5. เปลี่ยนตัวเลขค่าระดับความสำคัญตามที่คุณผู้เชี่ยวชาญทำการเปรียบเทียบปัจจัยหลักที่ละคู่จนครบทุกคู่ เช่น C1 กับ C2 มีค่าเท่ากับ 3 แปลงเป็นตัวเลขแบบฟิชชีได้ (2, 3, 4) จากนั้นนำค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญซึ่งถูกแปลงเป็นตัวเลขแบบฟิชชี มาสร้างตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญเป็นรายคู่ของปัจจัยหลัก ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญรายคู่ของปัจจัยหลัก (C1 – C5)

ปัจจัยหลัก (Criteria)					
เกณฑ์	C1	C2	C3	C4	C5
C1	(1.00, 1.00, 1.00)	(2.00, 3.00, 4.00)	(2.00, 3.00, 4.00)	(1.00, 2.00, 3.00)	(3.00, 4.00, 5.00)
C2	(0.25, 0.33, 0.50)	(1.00, 1.00, 1.00)	(3.00, 4.00, 5.00)	(1.00, 1.00, 1.00)	(2.00, 3.00, 4.00)
C3	(0.25, 0.33, 0.50)	(0.20, 0.25, 0.33)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.25, 0.33, 0.50)	(0.33, 0.50, 1.00)
C4	(0.33, 0.50, 1.00)	(1.00, 1.00, 1.00)	(2.00, 3.00, 4.00)	(1.00, 1.00, 1.00)	(2.00, 3.00, 4.00)
C5	(0.20, 0.25, 0.33)	(0.25, 0.33, 0.50)	(1.00, 2.00, 3.00)	(0.25, 0.33, 0.50)	(1.00, 1.00, 1.00)

6. คำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย ตาม FAHP เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัย โดยนำการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ จากตารางที่ 7 ซึ่งมีปัจจัยหลัก (Criteria) ทั้งหมด 5 ปัจจัย (C1, C2, C3, C4, C5) เริ่มต้นด้วยการหาค่าวิเคราะห์ค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟิชชี จากสมการที่ 2 โดย $= ((1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 3)^{1/5}, (1 \times 3 \times 3 \times 2 \times 4)^{1/5}, (1 \times 4 \times 4 \times 3 \times 5)^{1/5}) = (1.64, 2.35, 2.99)$ และดำเนินการหาค่า V_2, V_3, V_4, V_5 ในทำนองเดียวกันตามลำดับ ขั้นตอนต่อไปคำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟิชชีของหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 3 จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟิชชี เช่น W_{C1} ($lw = 1.64 \times (1/7.68) = 0.21$), ($mw = 2.35 \times (1/6.01) = 0.39$), ($uw = 2.99 \times (1/4.54) = 0.66$) จากนั้นคำนวณค่ากลางของน้ำหนักความสำคัญและค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ปัจจัยหลัก	ค่าขอบเขต สังเคราะห์ฟัชชี		ค่าน้ำหนัก ความสำคัญตัวเลขฟัชชี		ค่ากลางของ น้ำหนักความสำคัญ		ค่าน้ำหนักความสำคัญ ของแต่ละปัจจัย	
	r_{c1}	(1.64, 2.35, 2.99)	w_{c1}	(0.21, 0.39, 0.66)	m_{c1}	0.42	w_{c1}	0.39
C2	r_{c2}	(1.08, 1.32, 1.58)	w_{c1}	(0.14, 0.22, 0.35)	m_{c1}	0.24	w_{c1}	0.22
C3	r_{c3}	(0.33, 0.43, 0.61)	w_{c1}	(0.04, 0.07, 0.13)	m_{c1}	0.08	w_{c1}	0.07
C4	r_{c4}	(1.06, 1.35, 1.74)	w_{c1}	(0.14, 0.22, 0.38)	m_{c1}	0.25	w_{c1}	0.23
C5	r_{c5}	(0.42, 0.56, 0.76)	w_{c1}	(0.05, 0.09, 0.17)	m_{c1}	0.10	w_{c1}	0.09
รวม		(4.54, 6.01, 7.68)		(0.59, 1.00, 1.69)		1.09		1.00

ในการทำงานเดียวกันสำหรับปัจจัยรอง (sub-criteria) ทั้งหมด 16 ปัจจัย สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญเหมือนกันกับปัจจัยหลัก ซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ดังตารางที่ 9 และคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยได้จาก $(C) = (A) \times (B)$

ตารางที่ 9 ค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

ค่าน้ำหนักความสำคัญเดิม		ค่าน้ำหนักความสำคัญจากแบบจำลอง					
ปัจจัยหลัก (Criteria)		ปัจจัยหลัก (Criteria) (A)		ปัจจัยรอง (Sub-Criteria)		ค่าน้ำหนัก (B)	ค่าน้ำหนักรวม (C)
C1 (0.20)	มีชื่อเสียง ศักยภาพ ความ น่าเชื่อถือของ บริษัท มีเงินทุน เพียงพอและ เป็นที่ ยอมรับ รู้จักกันดี	C1 (0.39)	ด้านการ ควบคุม โครงการ	S11	แผนปฏิบัติการภาพ รวมของโครงการ	0.41	0.16
				S12	แผนขั้นตอนและ เทคนิคการก่อสร้าง	0.28	0.11
				S13	แผนบริหารจัดการ บุคลากรและจำนวน แรงงาน	0.16	0.06

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ค่าน้ำหนักความสำคัญเดิม		ค่าน้ำหนักความสำคัญจากแบบจำลอง					
ปัจจัยหลัก (Criteria)		ปัจจัยหลัก (Criteria) (A)		ปัจจัยรอง (Sub-Criteria)		ค่าน้ำหนัก (B)	ค่าน้ำหนักรวม (C)
				S14	แผนปฏิบัติการงานภาพรวมของโครงการ	0.08	0.03
				S15	แผนขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้าง	0.07	0.03
C2 (0.25)	ความสามารถ ประสบการณ์ ของ Key Person ที่มา บริหารโครงการ	C2 (0.22)	ด้าน ทรัพยากร บุคคล	S21	ประสบการณ์ผู้จัดการ โครงการ	0.68	0.15
				S22	ประสบการณ์วิศวกร โครงการ	0.19	0.04
				S23	ประสบการณ์ทีมช่าง เทคนิค	0.13	0.03
C3 (0.15)	ผลงานปัจจุบัน หรือผลงานย้อน หลังตรงกับงาน ประมูลและ มูลค่าใกล้เคียง กัน	C3 (0.07)	ด้านการ จัดซื้อวัสดุ หลัก	S31	จำนวนร้านค้าที่มี เครดิตในการจัดซื้อ วัสดุหลัก	0.35	0.02
				S32	มูลค่ารวมของเครดิตที่ ร้านค้าให้	0.65	0.05
C4 (0.20)	คุณภาพของงาน ที่ส่งมอบครบ ถ้วน ถูกต้องตาม เงื่อนไขที่กำหนด ใน TOR	C4 (0.23)	ด้านเครื่อง มือ- เครื่องจักร	S41	ชนิดของเครื่อง มือ-เครื่องจักร	0.31	0.07
				S42	จำนวนของเครื่อง มือ-เครื่องจักร	0.47	0.11
				S43	สภาพครอบครอง เครื่องมือ-เครื่องจักร (เช่า-ซื้อ)	0.22	0.05
C5 (0.20)	การส่งมอบงาน ตรงตามเวลา ตรงตามแผน งานที่โครงการ กำหนด	C5 (0.09)	ด้านความ ปลอดภัย และสิ่ง แวดล้อม	S51	ข้อปฏิบัติด้านสิ่ง แวดล้อม	0.21	0.02
				S52	ข้อปฏิบัติด้านความ ปลอดภัยในการทำงาน	0.54	0.05
				S53	ข้อปฏิบัติตาม มาตรการ EIA	0.25	0.02

7. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยเกณฑ์การให้คะแนนเดิมของบริษัทจะกำหนดให้คะแนนเป็น 4 ระดับ (ระดับ 4 ดีมาก คิดเป็น 100%, ระดับ 3 ดี คิดเป็น 75%, ระดับ 2 ปานกลาง คิดเป็น 50%, และระดับ 1 ต้องปรับปรุง คิดเป็น 25%) ซึ่งผู้ประเมินพิจารณาแต่ละหัวข้อปัจจัยหลักแล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ระดับคะแนน เช่น ปัจจัยหลัก C1 มีชื่อเสียง ศักยภาพ ความน่าเชื่อถือของบริษัท มีเงินทุนเพียงพอและเป็นที่ยอมรับรู้จักกันดี ผู้ประเมินให้คะแนนระดับ 3 คิดเป็นคะแนนน้ำหนักของปัจจัยได้เท่ากับ 0.15 คะแนน แต่การพัฒนาแบบจำลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนช่วงระดับคะแนนที่เหมาะสมว่าแต่ละปัจจัยที่ประเมินอยู่ในระดับใด เพื่อให้แบบจำลองมีศักยภาพในการประเมินแต่ละหัวข้อที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และนำไปประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้าง ดังตารางที่ 10 โดยการคิดคะแนนน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากตารางที่ 10 หากได้ระดับคะแนน เต็ม (3) จะได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเต็มจำนวน กลับกันหากได้ระดับคะแนน (1) คะแนนรวมที่ได้จากน้ำหนักของปัจจัยก็จะลดลง 1/3 ของน้ำหนักปัจจัย

ตารางที่ 10 ช่วงระดับคะแนนของเกณฑ์ปัจจัยรอง

ลำดับ	ปัจจัยรอง		เกณฑ์		
			(ระดับคะแนน)		
			1	2	3
1	S11	แผนปฏิบัติการภาพรวมของโครงการ	ไม่ระบุรายละเอียด	แสดงรายละเอียดงานชัดเจน แต่ขั้นตอนย่อยยังไม่ครบ	แสดงรายละเอียดงานชัดเจน ครบถ้วนทุกขั้นตอนย่อย
2	S12	แผนขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้าง	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุขั้นตอนด้านเทคนิคแต่ละกิจกรรม แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน	ระบุขั้นตอนด้านเทคนิคแต่ละกิจกรรม ครบถ้วนทุกขั้นตอน
3	S13	แผนบริหารจัดการบุคลากรและจำนวนแรงงาน	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุจำนวนคนแต่ละกิจกรรมงานสอดคล้อง แต่ยังไม่ครบแต่ละกิจกรรม	ระบุจำนวนคนแต่ละกิจกรรมงานสอดคล้อง ครบถ้วนทุกกิจกรรม
4	S14	แผนบริหารจัดการเครื่องมือ-เครื่องจักร	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุจำนวนเครื่องมือ-เครื่องจักร เหมาะสมกับขนาดและปริมาณงาน แต่ยังไม่ครบแต่ละกิจกรรม	ระบุจำนวนเครื่องมือ-เครื่องจักร เหมาะสมกับขนาดและปริมาณงาน ครบถ้วนทุกกิจกรรม
5	S15	แผนบริหารจัดการควบคุมคุณภาพ	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุรายละเอียด แต่ยังไม่ครบ	ระบุรายละเอียดครบถ้วน
6	S21	ประสบการณ์ผู้จัดการโครงการ	≤10 ปี	11-14 ปี	≥15 ปี
7	S22	ประสบการณ์วิศวกรโครงการ	≤3 ปี	4-7 ปี	≥8 ปี

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	ปัจจัยรอง		เกณฑ์		
			(ระดับคะแนน)		
			1	2	3
8	S23	ประสบการณ์ทีมช่างเทคนิค	≤2 ปี	3-5 ปี	≥6 ปี
9	S31	จำนวนร้านค้าที่มีเครดิตในการจัดซื้อวัสดุหลัก	ไม่มี	3-4 ร้าน	≥5 ร้าน
10	S32	มูลค่ารวมของเครดิตที่ร้านค้าให้	ไม่มี	10%-19%	≥20%
11	S41	ชนิดของเครื่องมือ-เครื่องจักร	เครื่องจักรไม่เหมาะสมต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้าง	เครื่องจักรเหมาะสมต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้าง	เครื่องจักรทันสมัยและเหมาะสมต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้าง
12	S42	จำนวนของเครื่องมือ-เครื่องจักร	ไม่เพียงพอต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้าง	เพียงพอต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้าง	เพียงพอต่อการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อสร้างและจัดหามาทดแทนได้
13	S43	สภาพครอบครองเครื่องมือ-เครื่องจักร (เช่า-ซื้อ)	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุหลักฐานครอบครอง/สัญญาเช่า แต่ยังไม่ครบ	ระบุหลักฐานครอบครอง/สัญญาเช่า ครบถ้วน
14	S51	ข้อปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุรายละเอียด แต่ยังไม่ครบ	ระบุรายละเอียดครบถ้วน
15	S52	ข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการทำงาน	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุรายละเอียด แต่ยังไม่ครบ	ระบุรายละเอียดครบถ้วน
16	S53	ข้อปฏิบัติตามมาตรการ EIA	ไม่ระบุรายละเอียด	ระบุรายละเอียด แต่ยังไม่ครบ	ระบุรายละเอียดครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 4 การพิจารณาคัดเลือกผู้ชนะ

การพิจารณาคัดเลือกผู้ชนะจากข้อเสนอด้านราคา (ราคาที่ยื่นเสนอ) และข้อเสนอด้านเทคนิค (คะแนนประเมินด้านเทคนิค) ของผู้รับเหมาแต่ละราย โดยพิจารณาจากอัตราส่วนราคาต่อประสิทธิภาพ ดังสมการที่ 8 ซึ่งผู้รับเหมารายที่มีอัตราส่วนราคาต่อประสิทธิภาพต่ำสุด จะเป็นผู้ชนะ

$$\text{อัตราส่วนราคาต่อประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ราคาที่ยื่นเสนอ}}{\text{คะแนนประเมินด้านเทคนิค}} \times 100 \quad (8)$$

ขั้นตอนที่ 5 การประกาศผลการคัดเลือก

ผู้รับเหมาที่ได้รับการคัดเลือกเป็นผู้ชนะ ทางบริษัทเจ้าของโครงการจะออกจดหมายแสดงวัตถุประสงค์ที่จะเป็นคู่สัญญา (letter of intent) เพื่อให้ผู้รับเหมาได้เริ่มดำเนินงานเอกสารและทำการสั่งซื้อวัสดุ และเตรียมเครื่องมือ-เครื่องจักรให้สอดคล้องกับแผนงานที่วางไว้ เนื่องจากขั้นตอนการร่างสัญญาฉบับทางการตามกฎหมายนั้น จะต้องใช้เวลา

5. การทดสอบแบบจำลอง

เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการนำแบบจำลอง ไปใช้ในการให้คะแนนการประเมินคุณสมบัติด้านเทคนิคผู้รับเหมาจากการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินคุณสมบัติด้านเทคนิคผู้รับเหมามาทดลองใช้กับการคัดเลือกผู้รับเหมา จำนวน 4 โครงการ ประกอบด้วย 1) งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 38 ชั้น จำนวน 1 อาคาร 2) งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 31 ชั้น จำนวน 1 อาคาร 3) งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 25 ชั้น จำนวน 1 อาคาร และ 4) งานก่อสร้างโครงสร้าง และสถาปัตยกรรม อาคารชั้นใต้ดินลึก 4 ชั้น จำนวน 1 อาคาร ซึ่งทั้ง 4 โครงการเป็นโครงการในอดีตที่ผ่านขั้นตอนการคัดเลือกผู้รับเหมา และประกาศผู้ชนะการประมูลชัดเจนแล้ว โดยทำการประเมินคุณสมบัติด้านเทคนิคของผู้รับเหมาที่เข้าร่วมประมูล และให้คะแนนในแต่ละปัจจัยตามเกณฑ์การให้คะแนนตามตารางที่ 10 เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนประเมิน และลำดับผู้ชนะการประมูล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบผลคะแนนประเมิน และลำดับผู้ชนะการประมูล ระหว่างเกณฑ์เดิมของบริษัทกับเกณฑ์ตามแบบจำลอง

โครงการ	การเปรียบเทียบผลคะแนนประเมิน และลำดับผู้ชนะการประมูล						
	ราคายื่นเสนอ (ล้านบาท)	เกณฑ์เดิมของบริษัท			เกณฑ์ตามแบบจำลอง		
		คะแนนประเมิน (%)	อัตราส่วนราคาต่อประสิทธิภาพ	ลำดับผู้ชนะการประมูล	คะแนนประเมิน (%)	อัตราส่วนราคาต่อประสิทธิภาพ	ลำดับผู้ชนะการประมูล
โครงการที่ 1 : งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 36 ชั้น จำนวน 1 อาคาร							
ผู้รับเหมาราย A	562.00	86.25	651.59	2	94.67	593.64	1
ผู้รับเหมาราย B	560.00	95.00	589.47	1	94.00	595.74	2
ผู้รับเหมาราย C	564.00	80.00	705.00	4	88.33	638.51	3
ผู้รับเหมาราย D	562.00	80.00	702.50	3	80.67	696.67	4
โครงการที่ 2 : งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 31 ชั้น จำนวน 3 อาคาร							
ผู้รับเหมาราย E	584.00	91.25	640.00	4	94.33	619.10	3
ผู้รับเหมาราย F	585.60	95.00	616.42	3	94.33	620.80	4
ผู้รับเหมาราย G	584.50	100.00	584.50	2	95.33	613.13	2
ผู้รับเหมาราย H	582.00	100.00	582.00	1	96.00	606.25	1
โครงการที่ 3 : งานก่อสร้างโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และงานภายนอก อาคารชุดพักอาศัย 25 ชั้น จำนวน 1 อาคาร							
ผู้รับเหมาราย I	243.10	95.00	255.89	3	97.00	250.62	4
ผู้รับเหมาราย J	242.50	91.25	265.75	4	97.00	250.00	3
ผู้รับเหมาราย K	242.00	100.00	242.00	1	98.67	245.27	1
ผู้รับเหมาราย L	243.00	100.00	243.00	2	98.00	247.96	2
ผู้รับเหมาราย M	245.00	91.25	268.49	5	95.67	256.10	5
โครงการที่ 4 : งานก่อสร้างโครงสร้าง และสถาปัตยกรรม อาคารชั้นใต้ดินลึก 4 ชั้น จำนวน 1 อาคาร							
ผู้รับเหมาราย N	214.00	92.00	232.61	1	97.67	219.11	1
ผู้รับเหมาราย O	229.50	92.00	249.46	3	97.00	236.60	2
ผู้รับเหมาราย P	233.00	100.00	233.00	2	98.33	236.95	3
ผู้รับเหมาราย Q	295.00	92.00	320.65	4	96.00	307.29	4
ผู้รับเหมาราย R	305.00	90.00	338.89	5	95.33	319.93	5

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการประเมินด้านเทคนิค และการพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ด้วยวิธีกระบวนการ FAHP พบว่า

1. ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินด้านเทคนิค ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 20 ปัจจัย เมื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาปัจจัยที่คิดว่ามีความสำคัญ และสอดคล้องกับการประเมินด้านเทคนิค ตามหลักการ IOC เพื่อคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่สอดคล้อง และตัดปัจจัยที่ไม่สอดคล้องออก ทำให้ได้ปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 16 ปัจจัย ที่เน้นปัจจัยการประเมินด้านเทคนิคเฉพาะที่เกี่ยวกับความสำเร็จในการบริหารโครงการก่อสร้าง ซึ่งต่างจากปัจจัยเดิมที่ทางบริษัทกำหนดไว้ที่เน้นปัจจัยคุณสมบัติโดยทั่วไป

2. การพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ด้วยวิธีกระบวนการ FAHP ในการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง โดยนำมาช่วยในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์จากความสามารถในแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ภายใต้การตัดสินใจในภาวะการณ์ไม่แน่นอน และมีขอบเขตของปัจจัยที่คลุมเครือ จึงเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในงานที่หลากหลาย และประยุกต์ใช้กับการดำเนินงานของธุรกิจที่มักต้องมีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ และตัดสินใจหาทางเลือกที่เหมาะสม

3. การทดสอบแบบจำลอง โดยนำปัจจัย และเกณฑ์ค่าน้ำหนักความสำคัญจากแบบจำลองมาประยุกต์ใช้กับโครงการจริง จำนวน 4 โครงการ ตามตารางที่ 11 ผลปรากฏว่าคะแนนประเมินด้านเทคนิคจากแบบจำลองของผู้รับเหมาทั้ง 4 โครงการ มีความแตกต่างไปจากเกณฑ์เดิมของบริษัท ตามตารางที่ 9 ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นว่าปัจจัยจากแบบจำลองมีรายละเอียดหัวข้อการประเมินที่เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น รวมถึงการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นช่วงระดับที่ระบุรายละเอียดที่ชัดเจนที่ทำให้ผู้ประเมินให้คะแนนได้อย่างถูกต้อง ลดการให้คะแนนแบบเจตคติตามเกณฑ์ประเมินเดิมของบริษัท และเมื่อคะแนนประเมินด้านเทคนิคของผู้รับเหมาทั้ง 4 โครงการแตกต่างกันไป ทำให้ลำดับผู้ชนะการประมูลเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยจากการศึกษาวิจัยนี้ทางผู้วิจัยจะนำเสนอแนะผู้บริหารของบริษัทเจ้าของโครงการเพื่อพิจารณาปรับใช้ในประเมินคัดเลือกผู้รับเหมาสำหรับโครงการในอนาคตต่อไป

7. สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยและเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการประเมินด้านเทคนิค และการพัฒนาแบบจำลองการประเมินด้านเทคนิคผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ด้วยวิธีกระบวนการ FAHP พบว่าปัจจัย และเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการประเมินด้านเทคนิคประกอบปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย และปัจจัยรอง 16 ปัจจัย และค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยวิธีกระบวนการ FAHP มีค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านการควบคุมโครงการ มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.39 รองลงมาด้านเครื่องมือ-เครื่องจักร มีค่าเท่ากับ 0.23 ด้านทรัพยากรบุคคล มีค่าเท่ากับ 0.22 ด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.09 และด้านการจัดซื้อวัสดุหลัก มีค่าเท่ากับ 0.07 ตามลำดับ ทำให้เห็นว่าบริษัทเจ้าของโครงการให้ความสำคัญกับด้านการควบคุมโครงการมากที่สุด เนื่องจากหากไม่สามารถควบคุมโครงการให้เป็นไปตามแผนงานได้ จะส่งผลต่อความล่าช้าของโครงการ และเกิดต้นทุนที่สูง มีผลต่อกำไร หรือขาดทุนของบริษัท และเมื่อนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับโครงการจริงพบว่าแบบจำลองมีศักยภาพในการประเมินแต่ละหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงรายละเอียดด้านเทคนิคก่อสร้างที่มุ่งเน้นความสำเร็จด้านบริหารโครงการก่อสร้างที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าที่ทางบริษัทเจ้าของโครงการกำหนดไว้เดิม และสำหรับผู้รับเหมาจะทำให้เห็นมุมมองด้านการประเมินด้านเทคนิคของบริษัทเจ้าของโครงการเพื่อพัฒนาศักยภาพตนเองหรือวางกลยุทธ์เพื่อที่จะได้รับคะแนนประเมินด้านเทคนิคที่สูงและได้รับคัดเลือกเป็นผู้ชนะการประมูล

8. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากรอบการคัดเลือกผู้รับเหมาในโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นงานก่อสร้างที่มีมูลค่าสูง และต้องใช้เทคนิคด้านเทคโนโลยีก่อสร้างรวมถึงเงินทุนที่สูง การคัดเลือกผู้รับเหมาที่จะเข้ามาดำเนินงานก่อสร้างจึงจำเป็นต้องมีความพร้อมทั้งในด้านการวางแผนควบคุมโครงการ ด้านเครื่องจักร ด้านบุคลากร ดังนั้นการคัดเลือกผู้รับเหมาจึงไม่ได้พิจารณาที่ผู้เสนอราคาต่ำสุดเป็นผู้ชนะเพียงอย่างเดียว แต่ต้องพิจารณาคูณสมบัติด้านเทคนิคของผู้รับเหมาประกอบด้วย

9. เอกสารอ้างอิง

- ชนกฤต อรัญตร และอรกมล วังอภิสิทธิ์. (2563). การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนก่อสร้างและปรับปรุงถนน ในจังหวัดสงขลา. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.*, 14(1), 115-128.
- นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์. (2562). การประยุกต์ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือในการประเมินความเสี่ยง สำหรับการเลือกเส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสม. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 42(4), 353-373.
- วรรณพด ชมภูเขียว และอมรชัย ไฉยงค์. (2563). กระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาสำหรับโครงการก่อสร้างแท่นขุดเจาะ ก๊าซน้ำมัน. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25*, 15-17 กรกฎาคม 2563 จังหวัดชลบุรี.
- วัชรินทร์ ขวัญชัย และไพจิตร ผาวัน. (2562). การตัดสินใจเลือกแบบหล่อคอนกรีตในงานก่อสร้างอาคารสูงด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*, 10-12 กรกฎาคม 2562 จังหวัดอุดรธานี.
- สิทธิโชค สุนทรโสภาส และทวีศักดิ์ วงศ์ยืน. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างอาคารสูงในเขต กรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาเขตห้วยขวาง. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26*, 23-25 มิถุนายน 2564, การประชุมรูปแบบออนไลน์.
- Abimbola, H. A., Bolanle, A. O., & Adebayo O. A. (2020). Performance analysis of fuzzy analytic hierarchy process multi-criteria decision support models for contractor selection. *Scientific African.*, 9, e00471.
- Ahad, N., Shaghayegh, Y. & Hamid, A. (2016). Fuzzy AHP Model for Prequalification of Engineering Consultants in the Iranian Public Procurement System. *J. Constr. Eng. Manage.*, 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000489.
- Chang DY. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 1996;95(3) 649–655.
- Holt, G. D., Olomolaiye, P. O., & Harris, F. C. (1994). Factors influencing UK construction clients choice of contractor., *Build. Environ.*, 29(2), 241–248.
- Jaman, I. A., Margaret, W. E. (2012). The impact of contractors' attributes on construction project success: A post construction evaluation. *International Journal of Project Management.*, 31 (2013) 313–322.
- Kai, C. G., Hui, H. G., & Heap, -Y. C. (2018). Integration Model of Fuzzy AHP and Life-Cycle Cost Analysis for Evaluating Highway Infrastructure Investment. *J. Infrastruct. Syst.*, 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000473.

- Mohammad, R. A., Yagub, A., Mohammad, H. S., & Weng, T. C. (2017). A type-2 fuzzy set model for contractor prequalification. *Automation in Construction.*, 84 (2017) 356–366.
- Ossama, H., & Khaled, N. (2013). Prequalification of Egyptian construction contractors using fuzzy-AHP models. *Engineering, Construction and Architectural Management.*, Vol. 20: 381-405.
- Sharareh, K., Behzad, R., & Bac, D. (2019). Application of Delphi Method in Identifying, Ranking, and Weighting Project Complexity Indicators for Construction Projects, *J. Leg. Aff. Dispute Resolut. Eng. Constr.*, 10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000338.