



การเลือกโครงการโดยพิจารณาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงงาน ก่อสร้างด้วย TOPSIS และ fuzzy AHP

Project Selection based on Impact of Construction Variation Using TOPSIS and fuzzy AHP

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

Thoedtida Thipparat

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hatyai, Songkhla

Prince of Songkhal University, 90110, Thailand

E-mail: Thoedtida.t@gmail.com, Fax. 074-459396

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับช่วยในการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างโดยการพิจารณาผลการประเมินระดับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง กระบวนการคัดเลือกโครงการจะใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) สำหรับการวิจัยนี้จะใช้วิธี TOPSIS ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) ผู้ประเมินความเสี่ยงเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการก่อสร้างภาครัฐ ประกอบด้วย ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ เป็นต้น เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญแสดงผลการประเมินในรูปแบบคำอธิบายทางภาษาทำให้กระบวนการตัดสินใจตกอยู่ในสภาพไม่แน่นอนจึงนำทฤษฎีฟัซซี่เซตมาใช้ในการจำลองตัวแปรทางภาษาที่คลุมเครือเพื่อสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจและสร้างความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถใช้ในการเลือกโครงการได้

ABSTRACT

This paper presented a methodology used to provide a simple approach to assess alternative projects and assist the decision-maker in selecting the best one for construction companies by using five criteria of comparing project alternatives as criteria in Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) and Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS). The impacts of variations of construction works were considered. The FAHP was utilized to analyze the structure of the project selection problem and to determine weights of the criteria, and the TOPSIS method was used to determine final ranking. The experts were consultant, contractor, designer, and owner. To handle human subjectivity in the assessment, fuzzy set theories were used to transfer human language into linguistic values. The application was conducted to demonstrate the utilization of the model for the project selection problems. The calculation of the criteria weights and ranking was presented. Research results showed that the proposed methods could use to select the projects.

1. บทนำ

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปมักได้รับผลกระทบจากงานเปลี่ยนแปลง โดยผลกระทบมีต่อทั้งเวลา ต้นทุน และคุณภาพของโครงการก่อสร้าง งานเปลี่ยนแปลงของโครงการก่อสร้างของภาครัฐ สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท [1] คือ 1) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการออกแบบไม่สมบูรณ์, ขัดแย้งกัน 2) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความต้องการของเจ้าของโครงการ 3) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเทคนิคการก่อสร้าง 4) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบข้อบังคับของราชการ และ 5) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นบกพร่อง ผู้รับเหมาควรเลือกประมูลในโครงการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงงาน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น ปัจจุบันมีวิธีการในการเลือกโครงการก่อสร้างหลากหลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยมคือวิธีการตัดสินใจแบบ Analytic Hierarchy Process (AHP) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบทีละคู่ นอกจากนี้ยังทำให้ การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจซึ่งมักจะมีความไม่แน่นอนสูง [2] อย่างไรก็ตามสำหรับผู้ประเมินทั่วไปนั้น การแสดงความรู้สึกที่มีต่อค่าระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง และการกำหนดค่าระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างมักจะอยู่ในรูปคำอธิบายทางภาษา ซึ่งส่งผลให้กระบวนการตัดสินใจตกอยู่ในสภาพไม่แน่นอน (Uncertainty) เหมาะกับการนำทฤษฎีฟัซซีเซตมาใช้ในการจำลองตัวแปรทางภาษาที่คลุมเครือเหล่านี้เพื่อสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจและสร้างความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น วิธีการปรับปรุงวิธี AHP เรียกว่าวิธี Fuzzy AHP เป็นการนำตัวเลขฟัซซีและการคำนวณตามแนวทางของทฤษฎีฟัซซีเซตมาใช้ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ [3]

TOPSIS เป็นวิธีการตัดสินใจอีกวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม วิธีนี้เป็นการเรียงความสำคัญจากหลายปัจจัย TOPSIS จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ TOPSIS ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี [4]

บทความวิจัยนี้อธิบายถึง การวิเคราะห์และจัดลำดับของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงานที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง เพื่อจัดลำดับโครงการก่อสร้างสำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้รับเหมาในการประมูลงานก่อสร้างโดยพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยการนำวิธี TOPSIS มาบูรณาการกับวิธี fuzzy AHP

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธี TOPSIS

วิธี TOPSIS เป็นวิธีการตัดสินใจโดยเรียงความสำคัญจากปัจจัยการตัดสินใจหลากหลายปัจจัย วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้กลุ่มทางเลือกที่นำมาร่วมพิจารณา โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. กำหนดหา Normalized Decision matrix โดยค่า Normalized n_{ij} คำนวณด้วยวิธีการ Vector Normalization โดยวิธี TOPSIS เป็นการแปลงข้อมูลด้วยการหารด้วยรากที่สองของผลรวมของข้อมูลยกกำลังสอง ในแต่ละทางเลือกของเกณฑ์นั้นๆ โดยมีสมการสำหรับ Benefit Attributes ดังแสดงในสมการที่ 1

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

เมื่อ n_{ij} คือ ค่าที่พิจารณาในแต่ละเกณฑ์ J

2. คำนวณค่าน้ำหนัก Normalized Decision matrix คำน้ำหนัก Normalized v_{ij} คำนวณได้จาก

$$v_{ij} = W_j n_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

โดยที่ W_j คือลำดับหรือค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ ของตัวเลือกและ $\sum_{j=1}^n W_j = 1$

3. หาค่าเชิงอุดมคติในเชิงบวก และลบหรือ Positive ideal และ Negative ideal

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max v_{ij} | i \in I), (\min v_{ij} | i \in I)\} \quad (3)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(\max v_{ij} | i \in I), (\min v_{ij} | i \in I)\} \quad (4)$$

โดยที่ i ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นกำไรหรือผลประโยชน์ และ j ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นต้นทุนหรือตัวเลือกที่ไม่เป็นประโยชน์

4. คำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะโดยใช้การแยกแยะแบบระยะจัดแนวคิดวิธีการแก้ไข จาก

$$S_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \right\}^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

และเช่นเดียวกับแนวคิดเชิงลบ

$$S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right\}^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

5. คำนวณความสัมพันธ์ในเชิงเข้าใกล้ทางเลือกที่ดีที่สุด โดยความสัมพันธ์เชิงเข้าใกล้จากตัวเลือก A_i เพื่อให้ได้

$$R_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

โดยที่ $S_i^- \geq 0$ และ $S_i^+ \geq 0$ แล้ว $R_i \in [0, 1]$

6. จัดอันดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยเลือกกระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกในแนวคิดที่เป็นเชิงบวก และเลือกกระยะที่ไกลที่สุดของทางเลือกที่เป็นแนวคิดเชิงลบ หรือเลือกค่า R_i ที่มากที่สุดนั่นเอง [5]

2.2 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

วิธีการกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process-AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่

ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่ง โดยเป็นการแบ่งองค์ประกอบของปัจจัยออกเป็นส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้นและทำการ กำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆทีละคู่ (Pairwise Comparisons) โดยใช้สเกลเปรียบเทียบความสำคัญตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่ง 1 หมายความว่ามีความสำคัญเท่ากัน สำหรับ 2 ถึง 9 หมายความว่ามากกว่าตามลำดับและนำค่าจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบมาทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Importance Weights) เพื่อพิจารณาว่าปัจจัย และทางเลือกใดมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด AHP นั้นสามารถช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อน และช่วยในการรวมกันระหว่างปัจจัยที่สามารถวัดค่าได้ (Objective Factor) เข้าด้วยกันเป็นอย่างดี [2] วิธีนี้ยังทำให้ความผิดพลาดของการตัดสินใจลดลง เพราะต้องทำการตรวจสอบค่าอัตราส่วนความเที่ยงตรง (Consistency Ratio: CR) ด้วยโดยค่า CR ที่มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่าผู้ที่ตัดสินใจมีความเที่ยงตรงของการใช้เหตุผลอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่า AHP จะสามารถช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อนได้ แต่ไม่สามารถจัดการความไม่แน่นอนในข้อมูลของปัจจัย จากความคิดเห็น (Subjective Factor) ของผู้เชี่ยวชาญได้ [3]

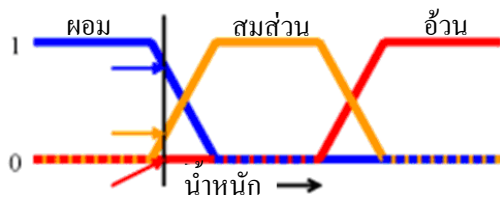
2.3. การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขฟัซซี่

เนื่องจากข้อมูลของปัจจัยจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในลักษณะคำอธิบายทางภาษา (Linguistic Term) เช่น ปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมากที่สุด ปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมา ปัจจัยมีความสำคัญน้อยกว่ามาก จากนั้นจะดำเนินการเปลี่ยนคำอธิบายนี้ให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณ คือ ในรูปของตัวเลข (Crisp Number) โดยใช้ค่าระดับ (Scale) ต่างๆกัน ในความเป็นจริงนั้น คำอธิบายทางภาษานี้มีความไม่แน่นอนและคลุมเครือ (Vagueness) อยู่มาก เช่น คำอธิบายที่ว่าปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมา ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอาจมีความหมายเชิงปริมาณไม่เท่ากัน ซึ่งในการวิเคราะห์และ

ตัดสินใจแก้ปัญหาซึ่งข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนและคลุมเครือเช่นนี้ ฟัซซี่เซต (Fuzzy Set) เป็นทางเลือกหนึ่ง ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เช่น ในระบบการควบคุมอุณหภูมิ ในเครื่องปรับอากาศโดยปรับอุณหภูมิตามความรู้สึกของ คนใช้ ระบบการควบคุมการสุกของข้าวในหม้อหุงข้าว ตามลักษณะของข้าวและวิธีการหุง ระบบการควบคุมการ ชักของเครื่องซักผ้า ตามลักษณะของผ้าและความสกปรก ของผ้า ระบบการปรับไฟกัสของเครื่องถ่ายภาพวิดีโอ [6] เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้ฟัซซี่เซตในระบบการเงิน การจัด หลักทรัพย์การลงทุน (Portfolio Management) การ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการใน อุตสาหกรรม [7,8] หรือแม้แต่ใช้ตัดสินใจวิเคราะห์หาทาง เลือกที่เหมาะสม [9,10] ในการวิจัยครั้งนี้ได้แยกส่วน ต่างๆของ AHP ออกเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อเป็น แนวทางสำหรับการสร้างเครื่องมือ มีการกำหนดตัวแปร และสูตรที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอน และกำหนดรูปแบบ ตัวเลขฟัซซี่ เพื่อแทนค่าที่มาจากการประเมินหรือการ แสดงความคิดเห็น การคำนวณทั้งหมดเป็นไปตามแบบ ของฟัซซี่ เพื่อให้ได้น้ำหนักของข้อกำหนดทางเทคนิคมา เรียงลำดับในแบบของฟัซซี่ ให้ a_i แทนตัวเลขฟัซซี่แบบ สี่เหลี่ยมคางหมู จะได้ว่า $\forall a_i \in \mathfrak{R}$ ตัวเลขฟัซซี่แบบ สี่เหลี่ยมคางหมูเขียนได้ดังนี้

$$a_i = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

เมื่อ $x_1 < x_2 < x_3 < x_4$ เป็นค่าระดับที่ผู้ประเมิน ใช้ในการตัดสินใจ และ $m =$ จำนวนของตัวเลขฟัซซี่ที่จะ ทำการวิเคราะห์ รูปที่ 1 แสดงตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคาง หมู



รูปที่ 1 ตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู

การคำนวณสำหรับตัวเลขฟัซซี่ใช้วิธี α -cut โดย กำหนดให้ A และ B เป็นตัวเลขฟัซซี่ที่เป็นบวก สำหรับ ค่า α -cut ของ A และ B จะมีค่า $A_\alpha = [a_\alpha^-, a_\alpha^+]$ และ $B_\alpha = [b_\alpha^-, b_\alpha^+]$ สำหรับการคำนวณสำหรับตัวเลข ฟัซซี่ $[+, -, \times, \div]$ ของ A และ B มีดังนี้

$$(A + B)_\alpha = [a_\alpha^- + b_\alpha^-, a_\alpha^+ + b_\alpha^+] \quad (9)$$

$$(A - B)_\alpha = [\min(a_\alpha^- - b_\alpha^-, a_\alpha^+ - b_\alpha^+), \max(a_\alpha^- - b_\alpha^-, a_\alpha^+ - b_\alpha^+)] \quad (10)$$

$$(A \cdot B)_\alpha = [\min(a_\alpha^- \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^- \cdot b_\alpha^+, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^+), \max(a_\alpha^- \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^- \cdot b_\alpha^+, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^+)] \quad (11)$$

$$(A / B)_\alpha = [\min(a_\alpha^- / b_\alpha^-, a_\alpha^- / b_\alpha^+, a_\alpha^+ / b_\alpha^-, a_\alpha^+ / b_\alpha^+), \max(a_\alpha^- / b_\alpha^-, a_\alpha^- / b_\alpha^+, a_\alpha^+ / b_\alpha^-, a_\alpha^+ / b_\alpha^+)] \quad (12)$$

สำหรับ $\alpha \in [0, 1]$.

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ใช้ตัวเลขฟัซซี่แบบ สี่เหลี่ยมคางหมูในการคำนวณ $[+, -, \times, \div]$ ของตัวเลขฟัซ ซี่ จะได้ว่า $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ [10]

$$A + B = (a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (13)$$

$$A - B = (a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3, a_4 - b_4) \quad (14)$$

$$A \cdot B = (a_1, a_2, a_3, a_4) \cdot (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3, a_4 b_4) \quad (15)$$

$$A / B = (a_1, a_2, a_3, a_4) / (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 / b_1, a_2 / b_2, a_3 / b_3, a_4 / b_4) \quad (16)$$

โดยที่ $[+, -, \times, \div]$ แทนการบวก การลบ การคูณ และ การหารแบบฟัซซี่

การวิจัยนี้ใช้วิธีจุดศูนย์พื้นที่ (Centroid Method) เพื่อหาตัวเลขปกติที่เป็นตัวแทนตัวเลขฟัซซี่นั้น สำหรับ ตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมูและตัวเลขฟัซซี่แบบ สามเหลี่ยมแสดงในสมการที่ 10 และ 11 ตามลำดับ

$$e = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4 \quad (17)$$

$$e = (x_1 + 2x_2 + x_3) / 4 \quad (18)$$

3. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.1. ขั้นตอนการศึกษาและเกณฑ์การประเมิน

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีแนวทางการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน 5 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอน 1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอน 2 การวางโครงร่างงานวิจัย กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดวัตถุประสงค์และระบุปัจจัยที่ทำให้งานเปลี่ยนแปลง ตลอดจนผลกระทบจากงานเปลี่ยนแปลง จัดทำแผนภูมิลำดับขั้น

ขั้นตอน 4 การกำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัย การเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เพื่อจัดทำแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม เพื่อศึกษาความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 5 การเก็บรวบรวมผลการศึกษาดูด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ในรูปแบบของตารางเมตริกซ์การตัดสินใจ โดยแถวเป็นจำนวนโครงการที่เป็นทางเลือกและคอลัมน์คือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน (เป็นปัจจัย หรือเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบโครงการ) โดยค่าในเมตริกซ์คือผลการประเมินโครงการภายใต้เกณฑ์ปัจจัยที่ทำให้ทำงานเปลี่ยนแปลง เป็นค่าความสัมพันธ์ ซึ่งให้คะแนนในส่วนนี้ด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 6 หาค่า Normalized โดยนำค่าในตารางเมตริกซ์ไปคำนวณแบบ Linear

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณหาความสัมพันธ์ โดยใช้วิธี fuzzy AHP ในการวิเคราะห์ จนได้ค่าความสัมพันธ์ของโครงการทางเลือกและปัจจัยที่ทำให้ทำงานเปลี่ยนแปลงหรือเกณฑ์ก่อนจะทำการหาค่าผลรวมของแต่ละโครงการทางเลือก และจะนำค่าดังกล่าวมาใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 8 หาค่าน้ำหนักคู่กับ Normalized ที่ได้จากการคำนวณแบบ Vector สมการที่ 1

ขั้นตอนที่ 9 หาค่า Ideal (ค่าเข้าใกล้สุดมคติ) และ Negative Ideal (ค่าห่างจากค่าอุดมคติ) เพื่อวิเคราะห์ตามแบบวิธี TOPSIS

ขั้นตอนที่ 10 คำนวณหาค่าการแยกแยะ

ขั้นตอนที่ 11 หาค่าความสัมพันธ์เชิงใกล้ชิด

ขั้นตอนที่ 12 จัดลำดับโครงการทางเลือก

ขั้นตอนที่ 13 เลือกโครงการทางเลือก

ขั้นตอน 14 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ และนำมาสรุปผล พร้อมข้อเสนอแนะของงานวิจัย

การดำเนินงานศึกษาครั้งนี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บข้อมูลการจัดกลุ่มประเภทของการเปลี่ยนแปลงงาน

ส่วนที่ 2 ทำการสัมภาษณ์บุคลากรที่มีประสบการณ์ในวิชาชีพที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ เจ้าของโครงการ รวม 5 ท่าน เพื่อรวบรวมรายงานการเปลี่ยนแปลงที่มักพบของงานเปลี่ยนแปลงประเภทต่างๆ ตลอดจนรายการกลยุทธ์ที่แต่ละฝ่ายใช้ในการจัดการงานเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้จัดทำเป็นแบบสอบถามและการเปรียบเทียบเป็นคู่ของปัจจัย

ส่วนที่ 3 ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลความคิดเห็นจากผู้มีประสบการณ์ในวิชาชีพขององค์กรที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ เพื่อศึกษาความคิดเห็นด้านต่างๆ ที่มีต่อรายงานเปลี่ยนแปลงรายการต่างๆ ได้แก่ ความถี่ที่พบการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบในด้านต่างๆ ของรายงานเปลี่ยนแปลงนั้นๆ

3.2 การเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้พิจารณาโครงการก่อสร้างภาครัฐที่ก่อสร้างตั้งแต่ปี 2551 ถึง 2554 โดยพิจารณาโครงการก่อสร้าง 13 โครงการ ผู้เกี่ยวข้องร่วมในโครงการประกอบด้วย คณะกรรมการตรวจการจ้าง ที่ปรึกษาควบคุมงาน และ เจ้าหน้าที่พัสดุ ผู้เกี่ยวข้องจากภายนอกประกอบด้วย ผู้รับเหมา และผู้ควบคุมงาน เนื่องจากงานวิจัยต้องการข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุงานเปลี่ยนแปลงงานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่จะเข้าทำการสัมภาษณ์เป็นบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพในบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ โดย

จะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ในด้านการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างในภาครัฐ จำนวนผู้ให้ข้อมูลรวม 5 ท่าน ข้อมูลสาเหตุงานเปลี่ยนแปลงที่รวบรวมได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะถูกนำมาใช้ประกอบการสัมภาษณ์

รายละเอียดการสัมภาษณ์

จากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน 5 ประเภท การศึกษาได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในประเด็นเกี่ยวกับรายการงานเปลี่ยนแปลงที่พบบ่อยในกลุ่มของงานเปลี่ยนแปลงแต่ละประเภท จากนั้นจึงสรุปรายการงานเปลี่ยนแปลงที่มักพบแบ่งตามประเภทของการเปลี่ยนแปลงงาน และสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ที่น้ำหนักความสำคัญของผลกระทบซึ่งวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) ซึ่งเป็นการนำตัวเลขฟัซซี่และวิธีการคำนวณแบบฟัซซี่มาใช้ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

3.3 การเก็บข้อมูลด้วยการออกแบบสอบถาม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พิจารณาโครงการก่อสร้างภาครัฐที่ก่อสร้างตั้งแต่ปี 2551 ถึง 2554 โดยพิจารณาโครงการก่อสร้าง 13 โครงการ ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วยคณะกรรมการตรวจการจ้าง ที่ปรึกษาควบคุมงาน และเจ้าหน้าที่พัสดุ ผู้เกี่ยวข้องจากภายนอกประกอบด้วยผู้รับเหมา และผู้ควบคุมงาน เนื่องจากงานวิจัยต้องการข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุงานเปลี่ยนแปลง งานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่จะตอบแบบสอบถามเป็นบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพในบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่เกี่ยวข้อง โดยจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ในด้านการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างในภาครัฐ รวมจำนวนผู้ให้ข้อมูลรวม 15 ท่าน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงงานมีผลกระทบต่อผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย และทุกฝ่ายก็มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการ

เปลี่ยนแปลงงานราชการนั้นๆ งานวิจัยต้องการความเห็นจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง ได้แก่ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ บริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน และผู้รับเหมาก่อสร้าง

รายละเอียดของแบบสอบถาม

จากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน งานวิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับความถี่ที่พบการเปลี่ยนแปลงงานรายการต่างๆ และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงงานรายการนั้นๆ ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านระยะเวลา ด้านต้นทุน และด้านคุณภาพของงานก่อสร้างอ้างอิงงานวิจัยของ Cheng (1996) [10] แบบสอบถามจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างในประเด็นข้างต้น แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้กรอกแบบสอบถามซึ่งชุดคำถามประกอบด้วยเพศ อายุ วุฒิการศึกษา สาขาที่จบการศึกษา ลักษณะขององค์กร ตำแหน่งงานในปัจจุบัน และประสบการณ์ในการทำงาน

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับความถี่ที่พบการเปลี่ยนแปลงงานในแต่ละประเภท และความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลางานก่อสร้าง ผลกระทบด้านต้นทุนงานก่อสร้าง และผลกระทบด้านคุณภาพของงานก่อสร้าง ทั้งนี้ได้แบ่งงานเปลี่ยนแปลง เป็น 5 ประเภท คือ 1) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการออกแบบไม่สมบูรณ์, ขัดแย้งกัน 2) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความต้องการของเจ้าของโครงการ 3) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเทคนิคการก่อสร้าง 4) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบข้อบังคับของราชการ และ 5) งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นบกพร่อง

แบบสอบถามกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลในลักษณะของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ระดับความถี่ และความรุนแรงของปัญหา ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุดซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 5 ไปถึง 1

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำมาคำนวณค่าดัชนีความถี่และความรุนแรงของงานเปลี่ยนแปลงดังแสดงในสมการที่ 19

$$SI = \frac{F \times S}{F_L \times S_L} \quad (19)$$

โดย SI คือ ค่าดัชนีความถี่และความรุนแรงของงานเปลี่ยนแปลง F คือ ค่าระดับความถี่ S คือ ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงทั้ง 3 ระดับ F_L คือ ช่วงชั้นระดับความถี่ และ S_L คือ ช่วงชั้นระดับความรุนแรง

หลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงประเมินตัวเลขระดับผลกระทบ (Impact Index: I.I.) ด้วยวิธี fuzzy AHP โดยที่ I.I. คือ ผลคูณของค่าน้ำหนักความสำคัญของผลกระทบซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ FAHP ซึ่งรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ค่าระดับความรุนแรงของผลกระทบและค่าโอกาสหรือความถี่ของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดย W_i คือ น้ำหนักความสำคัญของสาเหตุซึ่งวิเคราะห์ด้วย fuzzy AHP

$$I.I. = SI \times W_i \quad (20)$$

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความถี่และความรุนแรงของงานเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในสมการข้างต้น จะถูกใช้ในการเลือกโครงการด้วยวิธี TOPSIS โดยใช้วิธีการที่อธิบายข้างต้นในการวิเคราะห์ค่าการแยกแยะ ค่าความสัมพันธ์เชิงใกล้ชิด และจัดลำดับโครงการทางเลือกเพื่อเลือกโครงการทางเลือก

ในการประยุกต์ใช้วิธีการ fuzzy AHP และ TOPSIS งานวิจัยนี้ได้นำค่าน้ำหนักความถี่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี fuzzy AHP มาใช้ในการสร้าง ค่าน้ำหนัก Normalized v_{ij} จากนั้นจึงวิเคราะห์ค่าการแยกแยะ ค่าความสัมพันธ์เชิงใกล้ชิด และจัดลำดับโครงการทางเลือก เพื่อเลือกโครงการทางเลือก

4. ผลการวิจัย

ในการศึกษาได้ใช้แบบประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างของโครงการก่อสร้างของภาครัฐ ผลการศึกษาได้ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละ

ปัจจัยแสดงในตารางที่ 1 และ 2 แยกวิเคราะห์ตามลักษณะของปัญหา พบว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงานที่สำคัญที่สุดคือ งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการออกแบบไม่สมบูรณ์ ขัดแย้งกัน อย่างไรก็ตามสาเหตุแต่ละสาเหตุมีค่าน้ำหนักความสำคัญใกล้เคียงกัน เนื่องจากผู้ประเมินเห็นว่าปัจจัยต่างมีความสัมพันธ์กัน สาเหตุหนึ่งนำไปสู่อีกสาเหตุได้จึงประเมินค่าลำดับความสำคัญไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน

| ที่ | สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน | W_i |
|-----|---|-------|
| 1 | งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการออกแบบไม่สมบูรณ์ ขัดแย้งกัน | 0.21 |
| 2 | งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความต้องการของเจ้าของโครงการ | 0.20 |
| 3 | งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเทคนิคการก่อสร้าง | 0.19 |
| 4 | งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบข้อบังคับของราชการ | 0.18 |
| 5 | งานเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นบกพร่อง | 0.16 |

ตารางที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) ที่ได้จากการเปรียบเทียบคู่ของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงและ ค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการถ่ายทอดน้ำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความถี่นี้ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยพิจารณาภาพรวมของทุกโครงการก่อสร้างของภาครัฐ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าโอกาสและค่าผลกระทบของสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาจากแบบสอบถามซึ่งพิจารณาโครงการก่อสร้างกรณีตัวอย่าง 3 โครงการ พบว่าโครงการที่ทำการศึกษานี้ มีการเปลี่ยนแปลงงานอันเนื่องมาจากความต้องการของเจ้าของโดยสาเหตุที่สำคัญคือ การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงประโยชน์ใช้สอยการใช้งานพื้นที่ เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานจริง

ตารางที่ 2 ระดับผลกระทบของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน

| สาเหตุการเปลี่ยนแปลงงาน | LWt | GWt | SI | | | n_{ij} | | | v_{ji} | | | A ⁻ | A ⁺ |
|---|------|------|------|------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------------|----------------|
| | | | ก.* | ข.** | ก.*** | ก. | ข. | ก. | ก. | ข. | ก. | | |
| 1.การออกแบบไม่สมบูรณ์, ขัดแย้งกัน | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 แบบไม่สมารถก่อสร้างได้จริงหรือไม่ สอดคล้องกับวิธีการก่อสร้าง | 0.05 | 0.01 | 3.15 | 3.15 | 3.15 | 0.756 | 0.750 | 0.741 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 |
| 1.2 การเลือกใช้วัสดุไม่เหมาะสมกับการใช้งาน | 0.05 | 0.01 | 2.38 | 2.77 | 2.69 | 0.571 | 0.660 | 0.633 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.006 |
| 1.3 ออกแบบไม่เป็นไปตามความต้องการ การใช้งานของเจ้าของโครงการ | 0.05 | 0.01 | 3.15 | 3.15 | 2.92 | 0.756 | 0.750 | 0.687 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 |
| 1.4 เกิดข้อขัดแย้ง ไม่สอดคล้องกับขอบเขตงานแต่ละระบบ | 0.05 | 0.01 | 2.92 | 2.85 | 2.92 | 0.701 | 0.679 | 0.687 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 |
| 1.5 งานแต่ละระบบมีรายละเอียดไม่ชัดเจนไม่ถูกต้อง | 0.05 | 0.01 | 2.69 | 2.85 | 3.15 | 0.645 | 0.679 | 0.741 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.006 |
| 1.6 ไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ | 0.05 | 0.01 | 3.08 | 2.85 | 3.23 | 0.739 | 0.679 | 0.760 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.007 |
| 2. ความต้องการของเจ้าของ | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงประโยชน์ใช้สอย ตามการใช้งานจริง | 0.19 | 0.04 | 3 | 2.92 | 3 | 0.781 | 0.737 | 0.767 | 0.031 | 0.029 | 0.031 | 0.031 | 0.029 |
| 2.2ลดงานที่ไม่จำเป็นลง | 0.19 | 0.03 | 2.15 | 2.46 | 2.54 | 0.560 | 0.621 | 0.649 | 0.017 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.017 |
| 2.3 การแก้ไข เพิ่มรายการเพื่อความสวยงาม | 0.19 | 0.03 | 2.46 | 2.69 | 2.77 | 0.640 | 0.679 | 0.708 | 0.019 | 0.020 | 0.021 | 0.021 | 0.019 |
| 2.4 การเพิ่มงานนอกขอบเขตที่ไม่ได้อยู่ในข้อกำหนดแบบก่อสร้าง | 0.12 | 0.02 | 2.38 | 2.54 | 2.54 | 0.619 | 0.641 | 0.649 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.012 |
| 2.5 เจ้าของโครงการคาดหวังในคุณภาพงานมากกว่าที่ระบุในข้อกำหนด ทำให้เกิดการแก้ไขงานตามต้องการ | 0.15 | 0.02 | 2.46 | 2.77 | 2.46 | 0.640 | 0.699 | 0.629 | 0.013 | 0.014 | 0.013 | 0.014 | 0.013 |
| 2.6 เปลี่ยนแปลงเพื่อให้รองรับและสอดคล้องกับ Phase อื่นๆ ที่แบ่งไว้ เพราะงบประมาณไม่พอ | 0.15 | 0.02 | 2.31 | 2.31 | 2 | 0.601 | 0.583 | 0.511 | 0.012 | 0.012 | 0.010 | 0.012 | 0.010 |

*ก. แทน โครงการ ก. ข. แทน โครงการ ข. ค. แทน โครงการ ค. LWt แทน local weight GWt แทน global weight

ตารางที่ 2 (ต่อ) ระดับผลกระทบของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงาน

| สาเหตุการเปลี่ยนแปลงงาน | LWt | GWt | SI | | | n_{ij} | | | v_{ji} | | | A^- | A^+ |
|--|------|------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | | ก. | ข. | ค. | ก. | ข. | ค. | ก. | ข. | ค. | | |
| 3.เปลี่ยนเนื่องจากเทคนิคการก่อสร้าง | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 การขอเทียบทำวัสดุ เนื่องจากไม่สามารถหาวัสดุ ได้ตาม Spec เลิกผลิต | 0.21 | 0.04 | 2.31 | 2.15 | 2.08 | 0.780 | 0.736 | 0.725 | 0.031 | 0.029 | 0.029 | 0.031 | 0.029 |
| 3.2 การเปลี่ยนวิธีการ ก่อสร้างจากรูปแบบเดิมเพื่อ ความเหมาะสม | 0.29 | 0.03 | 2.15 | 2.15 | 2 | 0.726 | 0.736 | 0.697 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.022 | 0.021 |
| 3.3 เปลี่ยนเนื่องจากความ ต้องการเทคโนโลยีการ ก่อสร้างความต้องการวัสดุ อุปกรณ์สมัยใหม่ | 0.21 | 0.03 | 2.23 | 2.15 | 2 | 0.753 | 0.736 | 0.697 | 0.023 | 0.022 | 0.021 | 0.023 | 0.021 |
| 3.4 เปลี่ยนวิธีการก่อสร้าง วัสดุและอุปกรณ์ เนื่องจาก ข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ | 0.29 | 0.03 | 2.08 | 2.08 | 2.15 | 0.702 | 0.712 | 0.749 | 0.021 | 0.021 | 0.022 | 0.022 | 0.021 |
| 4. เปลี่ยนแปลงกฎระเบียบบังคับราชการ | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 เปลี่ยนแปลงข้อบังคับ พรบ.การออกแบบ แผ่นดินไหว | 0.29 | 0.06 | 1.62 | 1.77 | 1.92 | 0.615 | 0.669 | 0.738 | 0.037 | 0.040 | 0.044 | 0.044 | 0.037 |
| 4.2 เปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ในการขออนุญาตก่อสร้าง | 0.21 | 0.03 | 1.85 | 1.62 | 1.85 | 0.703 | 0.612 | 0.711 | 0.021 | 0.018 | 0.021 | 0.021 | 0.018 |
| 4.3 เปลี่ยนแปลงระบบ สาธารณูปโภคในโครงการ | 0.29 | 0.04 | 2.08 | 2.23 | 1.62 | 0.790 | 0.843 | 0.623 | 0.032 | 0.034 | 0.025 | 0.034 | 0.025 |
| 4.4 เปลี่ยนแปลงเนื่องจาก ข้อกำหนดทางโบราณคดี | 0.21 | 0.03 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 0.524 | 0.522 | 0.530 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 |
| 5. การสำรวจข้อมูลบกพร่อง | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 สภาพหน้างานจริงต่าง จากที่ระบุไว้ในสัญญา | 0.19 | 0.04 | 2.08 | 2 | 2.08 | 0.653 | 0.630 | 0.670 | 0.026 | 0.025 | 0.027 | 0.027 | 0.025 |
| 5.2 ขาดข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง เดิม | 0.19 | 0.03 | 2.08 | 2.15 | 2 | 0.653 | 0.677 | 0.644 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.020 | 0.019 |
| 5.3 การสำรวจหมดเขตที่ดิน ไม่ถูกต้อง/ไม่รังวัดที่ดิน | 0.19 | 0.03 | 2 | 2 | 2.08 | 0.627 | 0.630 | 0.670 | 0.019 | 0.019 | 0.020 | 0.020 | 0.019 |
| 5.4 การสำรวจจุดเชื่อมต่อ สาธารณูปโภคบกพร่อง | 0.19 | 0.03 | 1.92 | 1.85 | 1.62 | 0.602 | 0.583 | 0.522 | 0.018 | 0.017 | 0.016 | 0.018 | 0.016 |
| 5.5 ขาดข้อมูลการเจาะ สำรวจดินภายในพื้นที่ | 0.24 | 0.04 | 2.08 | 2.08 | 1.85 | 0.653 | 0.655 | 0.596 | 0.026 | 0.026 | 0.024 | 0.026 | 0.024 |
| $S_i^* = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \right\}^{1/2}$ | | | 0.009 | 0.011 | 0.009 | | | | | | | | |
| $S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right\}^{1/2}$ | | | 0.009 | 0.006 | 0.01 | | | | | | | | |
| $R_i = S_i^- / (S_i^* + S_i^-)$ | | | 0.498 | 0.377 | 0.528 | | | | | | | | |
| อันดับ | | | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | |

การเปลี่ยนแปลงข้อบังคับในการออกแบบงานและการเปลี่ยนแปลงระบบสาธารณูปโภคที่จ่ายให้โครงการ เช่น เปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้โครงการ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบข้อบังคับของราชการ มีความระดับความสำคัญสูง สำหรับสาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นบกพร่องคือ การขาดข้อมูลการเจาะสำรวจดินภายในพื้นที่

ผลการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงงานต่อโครงการก่อสร้างทั้ง 3 โครงการด้วยวิธี TOPSIS กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) และการรวมกันของทั้งสองวิธี พบว่าโครงการที่ดีที่สุดคือโครงการที่ 3 โครงการที่ 1 และ โครงการที่ 2 ตามลำดับ

5. การทดสอบแบบจำลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างด้วยวิธี TOPSIS ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ หรือ Fuzzy AHP โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลกระทบจากงานเปลี่ยนแปลง (f_{ij}) ที่มีต่อโครงการตัวอย่าง 3 โครงการ ด้วยการประเมินในภาพรวม (Holistic approach) โดยการให้คะแนนโครงการทั้งสามด้วยค่าคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดย 0 แทนระดับผลกระทบน้อยที่สุด ส่วน 1 แทนระดับผลกระทบมากที่สุด ผลที่ได้จากการประเมินในภาพรวมจะถูกนำไปคำนวณค่าระยะห่างจากค่าเป้าหมาย (r_{ij}) ด้วยสมการที่ 21

$$r_{ij} = \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \quad (21)$$

โดยค่า f_j^* แทนผลการประเมินที่ดีที่สุดของทุกโครงการที่พิจารณา ส่วนค่า f_j^- แทนผลการประเมินที่แย่ที่สุดของทุกโครงการที่พิจารณา จากนั้นจึงนำค่า r_{ij} ไปเปรียบเทียบกับค่า R_i ที่ได้จากตารางที่ 2 โดยคำนวณค่าเฟกเตอร์การทดสอบ (Test Factor: TF) ด้วยสมการที่ 22 [11]

$$TF = \frac{R_i}{r_{ij}} \quad (22)$$

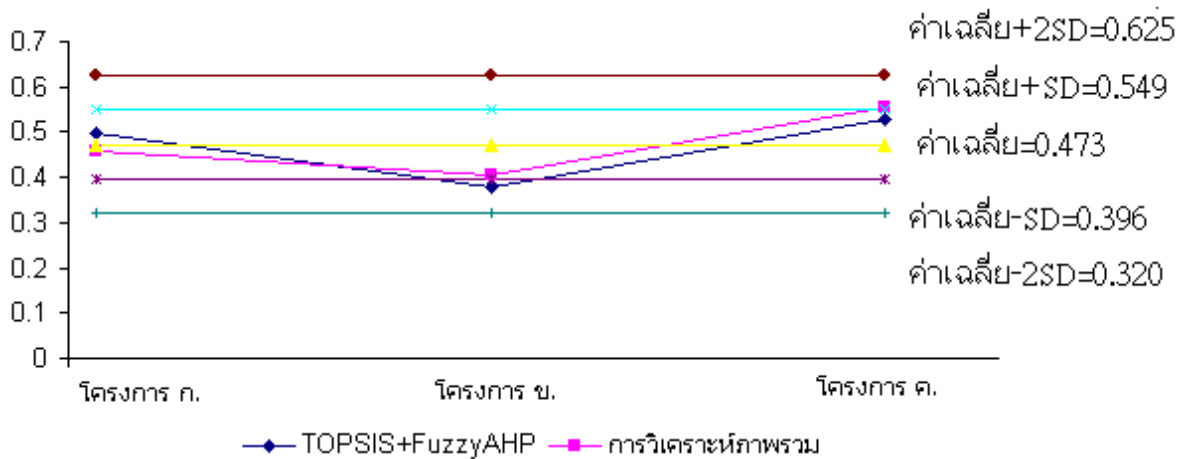
ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบ เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอเกี่ยวกับผลการประเมินในภาพรวมพบว่าวิธีการที่นำเสนอให้ผลลัพธ์อยู่ในช่วง ± 2 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2 อีกทั้งค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ภาพรวมมีค่าร้อยละ 99 ทำให้ระดับความถูกต้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ตารางที่ 3 ค่า TF ของโครงการที่ 1 โครงการที่ 2 และโครงการที่ 3

| โครงการ | R_i | r_{ij} | %TF |
|---------|-------|----------|-----|
| ก | 0.498 | 0.457 | 109 |
| ข | 0.377 | 0.405 | 93 |
| ค | 0.528 | 0.556 | 95 |
| เฉลี่ย | 0.468 | 0.473 | 99 |

6. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้แนะนำแบบจำลองสำหรับช่วยเลือกโครงการด้วยการพิจารณาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงงาน โดยนำการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธี TOPSIS กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy AHP) และการรวมกันของทั้งสองวิธี ซึ่งแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ต่างจากเครื่องมือทั่วไปที่ใช้ตัวเลขแบบปกติแทนค่าข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำให้เกิดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับความไม่แน่นอนในการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงงานที่มีผลกระทบต่อโครงการก่อสร้างโครงการก่อสร้างของภาครัฐ โดยใช้ตัวเลขฟัซซี่แทนทุกถ้อยคำที่เกิดจากการแสดงความคิดเห็น นับเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาความไม่แน่นอนเนื่องจากภาษา ในการคำนวณและวิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะใช้หลักการของฟัซซี่และการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกด้วยวิธี TOPSIS ทำให้เครื่องมือที่



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบผลลัพธ์กับผลการวิเคราะห์ภาพรวม

สร้างขึ้นนี้สามารถพิจารณาครอบคลุมถึงความคลุมเครือ และไม่ชัดเจนด้วยการวิเคราะห์ที่เป็นระบบ การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้จะทำให้การเลือกโครงการของผู้รับเหมาก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถลด

ผลกระทบจากงานต่อเวลา ต้นทุน และคุณภาพงานก่อสร้างได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สิรินคร ราชวงษ์ (2552). กลยุทธ์สำหรับการจัดการงานเปลี่ยนแปลงในโครงการก่อสร้างอาคารภาครัฐในประเทศไทย, *โครงการเฉพาะเรื่อง*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [2] Saaty, T.L. Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. USA: *Kluwer Academic Publisher*, 2001.
- [3] Zhu, K.L., Jing, Y., and Chang, D.Y. A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 1999; 116: 450-456.
- [4] Rao, R. V. and Davim, J. P. A decision-making framework model for material selection using a combined multiple attribute decision-making method. *Int J Adv Manuf Technol*, 2008; 751–760.
- [5] Nezhad, S.S., Damghani, K.K. A modified TOPSIS technique in presence of uncertainty and its application to assessment of transportation systems. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2011; 6(1): 3-13.
- [6] Ross, T.J. Fuzzy Logic with Engineering Application 1st ed. *John Wiley & Sons, Ltd*, 1995.
- [7] Ward, T.L. Discounted Fuzzy Cash Flow Analysis. *Proc. Fall Ind. Eng. Conf.*, Inst. Industr. Eng., 1985; 476-481.
- [8] Chiu, C. and Park, C.S. Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion. *Eng. Econom*, 12994; 39(2): 113-138.
- [9] Cheng, C.H. and Mon, D.L. Evaluating Weapon System by Analytic Hierarchy Process Based on Fuzzy Scales. *Fuzzy Sets and Systems*, 1994; 63: 1–10.
- [10] Cheng, C.H. Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on The Grade Value of Membership Function. *European Journal of Operational Research*, 1996; 96: 343–350.
- [11] Zayed, T., Amer, M., and Pan, J. Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP. *International Journal of Project Management*, 2008; 26: 408–419.