

การประเมินความล่าช้าในการก่อสร้างด้วยวิธีไวโอร์กั่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ เชิงลำดับชั้นแบบฟัซซี่: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Assessment of Construction Delay using VIKOR and Fuzzy AHP: a Case Study of Prince of Songkla University

เทอดติดา ทิพย์รัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

Thoedtida Thipparat

Faculty of Engineering, Thammasat University, Khlong Nueng, Klong Luang, Pathumthani 12121

Tel : 08-9895-3899 E-mail: thiprat.t@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับช่วยในการประเมินโครงการก่อสร้างที่ได้รับผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้างของมหาวิทยาลัยรัฐ วิธีวิจัยการประกอบด้วยกระบวนการวิธีไวโอร์กั่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) และการประเมินความเสี่ยง เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญแสดงผลการประเมินในรูปแบบคำอธิบายทางภาษาทำให้กระบวนการตัดสินใจตกอยู่ในสภาพไม่แน่นอนจึงนำทฤษฎีฟัซซี่เซตมาใช้ในการจำลองตัวแปรทางภาษาที่คลุมเครือเพื่อสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจและสร้างความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่าโครงการก่อสร้างภายในวิทยาเขตปัตตานีมีโอกาสได้รับผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้างมากที่สุด ผลจากการประยุกต์ใช้วิธี VIKOR ทำให้ได้ข้อมูลช่องว่างของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ทำให้สามารถจัดหามาตรการลดช่องว่างเพื่อลดความล่าช้าในการก่อสร้าง

คำหลัก การประเมินความเสี่ยง โครงการก่อสร้างอาคาร กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ วิธีไวโอร์กั่วม

Abstract

This study developed a model for assessing a construction project affected by construction delay in a public university. The proposed model used a

VIKOR method and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). To handle human subjectivity in the assessment, fuzzy set theories are used for transferring human language into linguistic values. The results showed that the most risky project was constructed in Patani Campus. The VIKOR method can provide gaps in priorities. Thus, the managerial implications can be provided to prevent impacts of construction delays.

Keywords: Risk assessment, building construction, fuzzy analytic hierarchy process, VIKOR

1. บทนำ

โครงการก่อสร้างของมหาวิทยาลัยได้รับผลกระทบจากความล่าช้าจากหลากหลายปัจจัย ทั้งนี้เนื่องจากโครงการก่อสร้างถูกดำเนินงานภายใต้ขีดจำกัดของงบประมาณ กำหนดระยะเวลา และคุณภาพของงาน พร้อมทั้งยังมีกิจกรรมมาก มีความซับซ้อนของงาน และมีความเกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งแต่ละฝ่ายต่างก็มีวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหวังความสำเร็จของโครงการพร้อมทั้งมุมมองความพึงพอใจ และความต้องการที่แตกต่างกัน รวมถึงงานโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งแต่ละช่วงการดำเนินงานอาจมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นได้

บทความวิจัยนี้อภิปรายถึง การประเมินโครงการก่อสร้างอาคารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยพิจารณาถึงงานก่อสร้างที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของ

โครงการ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยการนำวิธีการประเมินความเสี่ยงมาบูรณาการกับวิธี VIKOR และวิธีการตัดสินใจแบบ Analytic Hierarchy Process (AHP) โดยแต่ละปัจจัยอาจมีความขัดแย้งกัน วิธี VIKOR ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม ทำให้วิธี VIKOR ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี [1] ส่วนวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบ ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบกับหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบทีละคู่ นอกจากนี้ยังทำให้การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจซึ่งมักจะมีความไม่แน่นอนสูง [1] อย่างไรก็ตามสำหรับผู้ประเมินทั่วไปนั้น การแสดงความรู้สึกที่มีต่อระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้างและการกำหนดค่าระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง ซึ่งส่งผลให้กระบวนการตัดสินใจตกอยู่ในสภาพไม่แน่นอน (uncertainty) เหมาะกับการนำทฤษฎีฟัซซี่เซตมาใช้ในการจำลองตัวแปรทางภาษาที่คลุมเครือเหล่านี้เพื่อสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจและสร้างความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น [2]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ประกอบด้วย วิธี VIKOR วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process-AHP) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขฟัซซี่ และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

2.1 วิธี VIKOR

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี VIKOR เป็นวิธีการประเมินโครงการก่อสร้างที่ได้รับผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้างของมหาวิทยาลัยรัฐ เนื่องจากวิธี VIKOR จะเรียงความสำคัญของทางเลือกจากเกณฑ์การตัดสินใจหลากหลายเกณฑ์ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้กลุ่มทางเลือกที่นำมาร่วมพิจารณา วิธี VIKOR จะสร้างดัชนีการจัดลำดับ (ranking Index) เพื่อวัดระดับการเข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุด ดัชนีการจัดลำดับเป็นฟังก์ชันของระยะห่างสัมพัทธ์

หรือระยะห่างจากค่าที่ดีที่สุด โดยมีขั้นตอนในการเลือกดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. วิเคราะห์ค่าที่ดีที่สุด f_j^* และค่าที่แย่ที่สุด f_j^- ของทุกๆ เกณฑ์การประเมิน $j = 1, 2, \dots, n$ วิเคราะห์ว่าเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นประโยชน์

(Benefit) ให้ค่า $f_j^* = \max_i f_{ij}$ ส่วน $f_j^- = \min_i f_{ij}$

วิเคราะห์ว่าเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความต้นทุน (Cost) หรือระดับความเสี่ยง (Risk) ให้ค่า $f_j^* = \min_i f_{ij}$ ส่วน $f_j^- = \max_i f_{ij}$ คำนวณหา

L_p -metric หรือ Normalized Decision matrix ดังแสดงในสมการที่ 1 รูปที่ 1 แสดง L_p -metric

$$L_i^p = \left(\sum_{j=1}^n [w_j (|f_j^* - f_{ij}|) / (f_j^* - f_j^-)]^p \right)^{\frac{1}{p}} \quad 1 \leq p \leq \infty$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

ขั้นที่ 2. คำนวณค่า S_i และ Q_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจ โดย $i = 1, 2, \dots, m$, เมื่อ i คือทางเลือก และ m คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมดดังแสดงในสมการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (2)$$

$$Q_i = \max_j \{w_j r_{ij} | j = 1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

ขั้นที่ 3. หาค่า R_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจดังแสดงในสมการที่ 4

$$R_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(Q_i - Q^*) / (Q^- - Q^*) \quad (4)$$

โดยที่ $S^* = \min_i S_i$ (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ S^* คือ

$0 : S^* = 0$) $S^- = \max_i S_i$ (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ S^- คือ

$1 : S^- = 1$) $Q^* = \min_i Q_i$ (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ Q^* คือ

$0 : Q^* = 0$), $Q^- = \max_i Q_i$ (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ Q^-

คือ $1 : Q^- = 1$, และ $0 \leq v \leq 1$, โดยที่ v เป็นค่าน้ำหนัก

ความสำคัญของวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มและวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม, โดยที่

$v > 0.5$ หมายถึง ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับวิธีการ

วิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มมากกว่าวิธีการ

วิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม $v < 0.5$ หมายถึง ผู้

ตัดสินใจให้ความสำคัญกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุด

ในกลุ่มมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่า

ในกลุ่ม $v \approx 0.5$ หมายถึงวิธีการทั้งสองสำคัญเท่ากัน

$$\begin{array}{ccc}
\begin{array}{c} \text{alternatives} \\ \vdots \\ A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} & \begin{array}{c} \text{criteria} \\ c_1 \quad \dots \quad c_j \quad \dots \quad c_n \\ \left[\begin{array}{cccc} f_{11} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_{i1} & \dots & f_{ij} & \dots & f_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_{m1} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{array} \right] \end{array} & \begin{array}{c} \text{normalized} \\ \Rightarrow \\ \times w_j \end{array} \\
\begin{array}{c} f_1^* \quad \dots \quad f_i^* \quad \dots \quad f_n^* \\ f_1^- \quad \dots \quad f_i^- \quad \dots \quad f_n^- \end{array} & & \begin{array}{c} \text{criteria} \\ c_1 \quad \dots \quad c_j \quad \dots \quad c_n \\ \left[\begin{array}{cccc} w_1 r_{11} & \dots & w_j r_{1j} & \dots & w_n r_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1 r_{i1} & \dots & w_j r_{ij} & \dots & w_n r_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \dots & w_j r_{mj} & \dots & w_n r_{mn} \end{array} \right] \end{array} \\
\text{ข้อมูลเริ่มต้น} & & \text{ข้อมูลต่อหนึ่งหน่วย}
\end{array}$$

$$r_{ij} = (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|) \quad f_j^* \text{ คือค่าที่ดีที่สุด } f_j^- \text{ คือค่าที่แย่ที่สุดของแต่ละเกณฑ์การประเมิน}$$

รูปที่ 1 การคำนวณหา L_p metric หรือ Normalized Decision matrix

ขั้นที่ 4. จัดอันดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยเรียงลำดับค่า R_i จากน้อยไปหามาก ทางเลือกที่ให้ค่า R_i ที่น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ผลการวิเคราะห์จะเป็นที่ยอมรับได้หากผลต่างระหว่างค่า R_i ของทางเลือก ($A^{(1)}$) ที่มีค่าที่น้อยที่สุด กับค่า R_i ของทางเลือกอื่นๆ มีค่ามากกว่า $1/(m-1)$ โดยที่ m คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมด หรือ $R(A^{(2)}) - R(A^{(1)}) > 1/(m-1)$ ในกรณีที่ผลต่างระหว่างค่า R_i ของทางเลือก ($A^{(1)}$) ที่มีค่าที่น้อยที่สุด กับค่า R_i ของทางเลือกอื่นๆ มีค่าน้อยกว่า $1/(m-1)$ ผู้ตัดสินใจไม่สามารถระบุทางเลือก ($A^{(1)}$) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดเนื่องจากมีทางเลือกอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงทางเลือก ($A^{(1)}$) มาก จำเป็นต้องนำเครื่องมือตัดสินใจอื่นๆ (เช่น การประชุมระดมสมอง) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจอีกครั้ง [1]

2.2 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

วิธีการบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process-AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่ง โดยเป็นการแบ่งองค์ประกอบของปัจจัยออกเป็นส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้นและทำการ กำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ที่ละคู่ (pair wise comparisons) โดยใช้สเกลเปรียบเทียบความสำคัญตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่ง 1 หมายความว่ามีความสำคัญเท่ากัน สำหรับ 2 ถึง 9 หมายความว่าตามลำดับและนำค่าจากการวินิจฉัย

เปรียบเทียบมาทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (relative importance weights) เพื่อพิจารณาว่าปัจจัย และทางเลือกใดมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด AHP นั้นสามารถช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อน และช่วยในการรวมกันระหว่างปัจจัยที่สามารถวัดค่าได้ (objective factor) เข้าด้วยกันเป็นอย่างดี [1] วิธีนี้ยังทำให้ความผิดพลาดของการตัดสินใจลดลง เพราะต้องทำการตรวจสอบค่าอัตราส่วนความเที่ยงตรง (Consistency Ratio: CR) ด้วยโดยค่า CR ที่มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่าผู้ที่ตัดสินใจมีความเที่ยงตรงของการใช้เหตุผลอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่า AHP จะสามารถช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อนได้ แต่ไม่สามารถจัดการความไม่แน่นอนในข้อมูลของปัจจัยจากความคิดเห็น (subjective factor) ของผู้เชี่ยวชาญได้ [2]

2.3 การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขฟัซซี่

เนื่องจากข้อมูลของปัจจัยจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในลักษณะคำอธิบายทางภาษา (linguistic term) เช่น ปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมากที่สุด ปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมาก ปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน ปัจจัยมีความสำคัญน้อยกว่าและปัจจัยมีความสำคัญน้อยกว่ามาก จากนั้นจะดำเนินการเปลี่ยนคำอธิบายนี้ให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณ คือ ในรูปของตัวเลข (crisp number) โดยใช้ค่าระดับ (scale) ต่างๆกัน ในความเป็นจริงนั้นคำอธิบายทางภาษานี้มีความไม่แน่นอนและคลุมเครือ (vagueness)

อยู่มาก เช่น คำอธิบายที่ว่าปัจจัยมีความสำคัญมากกว่าอย่างมา ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอาจมีความหมายเชิงปริมาณไม่เท่ากัน ซึ่งในการวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ปัญหาซึ่งข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนและคลุมเครือเช่นนี้ ฟัซซีเซต (fuzzy set) เป็นทางเลือกหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เช่น ในระบบการควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปรับอากาศโดยปรับอุณหภูมิตามความรู้สึกของคนใช้ ระบบการควบคุมการสุกของข้าวในหม้อหุงข้าว ตามลักษณะของข้าวและวิธีการหุง ระบบการควบคุมการชักของเครื่องชักผ้า ตามลักษณะของผ้าและความสกปรกของผ้า ระบบการปรับไฟกัสของเครื่องถ่ายภาพวิดีโอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้ฟัซซีเซตในระบบการเงิน การจัดหลักทรัพย์การลงทุน (portfolio management) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการในอุตสาหกรรม [3-4] หรือแม้แต่ใช้ตัดสินใจวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม [5-6] ในการวิจัยครั้งนี้ได้แยกส่วนต่างๆของ AHP ออกเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างเครื่องมือ มีการกำหนดตัวแปรและสูตรที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอน และกำหนดรูปแบบตัวเลขฟัซซี เพื่อแทนค่าที่มาจาก การประเมินหรือการแสดงความคิดเห็น การคำนวณทั้งหมดเป็นไปตามแบบของฟัซซีเพื่อให้ได้น้ำหนักของข้อกำหนดทางเทคนิคมาเรียงลำดับในแบบของฟัซซีให้ a_i แทนตัวเลขฟัซซีแบบสี่เหลี่ยมคางหมู จะได้ว่า $\forall a_i \in \mathcal{N}$ ตัวเลขฟัซซีแบบสี่เหลี่ยมคางหมูเขียนได้ดังแสดงในสมการที่ 5

$$a_i = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

เมื่อ $x_1 < x_2 < x_3 < x_4$ เป็นค่าระดับที่ผู้ประเมินใช้ในการตัดสินใจ และ m = จำนวนของตัวเลขฟัซซีที่จะทำการวิเคราะห์

การคำนวณสำหรับตัวเลขฟัซซีใช้วิธี α -cut โดยกำหนดให้ A และ B เป็นตัวเลขฟัซซีที่เป็นบวกสำหรับค่า α -cut ของ A และ B จะมีค่า $A_\alpha = [a_\alpha^-, a_\alpha^+]$ และ $A_\alpha = [a_\alpha^-, a_\alpha^+]$ สำหรับการคำนวณตัวเลขฟัซซี $[+, -, \times, \div]$ ของ A และ B ดังแสดงในสมการที่ 6 ถึง 9 ตามลำดับ

$$(A+B)_\alpha = [a_\alpha^- + b_\alpha^-, a_\alpha^+ + b_\alpha^+] \quad (6)$$

$$(A-B)_\alpha = [\min(a_\alpha^- - b_\alpha^-, a_\alpha^+ - b_\alpha^-), \max(a_\alpha^- - b_\alpha^-, a_\alpha^+ - b_\alpha^+)] \quad (7)$$

$$(A \cdot B)_\alpha = [\min(a_\alpha^- \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^- \cdot b_\alpha^+, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^+), \max(a_\alpha^- \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^- \cdot b_\alpha^+, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^-, a_\alpha^+ \cdot b_\alpha^+)] \quad (8)$$

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

สำหรับ $\alpha \in [0, 1]$.

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ใช้ตัวเลขฟัซซีแบบสี่เหลี่ยมคางหมูในการคำนวณ $[+, -, \times, \div]$ ของตัวเลขฟัซซี จะได้ว่า $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ ดังแสดงในสมการที่ 10 ถึง 13 ตามลำดับ

$$A+B = (a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (10)$$

$$A-B = (a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3, a_4 - b_4) \quad (11)$$

$$A \cdot B = (a_1, a_2, a_3, a_4) \cdot (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3, a_4 b_4) \quad (12)$$

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

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

การวิจัยนี้ใช้วิธีจุดศูนย์พื้นที่ (centroid method) เพื่อหาตัวเลขปกติที่เป็นตัวแทนตัวเลขฟัซซีนั้น สำหรับตัวเลขฟัซซีแบบสี่เหลี่ยมคางหมูและตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมแสดงในสมการที่ 14 และ 15 ตามลำดับ

$$e = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4 \quad (14)$$

$$e = (x_1 + x_2 + x_3) / 3 \quad (15)$$

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบบนพื้นฐานทฤษฎีฟัซซีเซตถูกนำมาใช้ในการคัดเลือกผู้รับเหมามาได้แก่เกณฑ์การตัดสินใจหลายตัวแปร จะขึ้นอยู่กับความไม่แน่นอนของโครงการก่อสร้าง และความรู้สึกของผู้ตัดสินใจ การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตทำให้สามารถประเมินความสามารถของผู้รับเหมาตามความต้องการของเจ้าของโครงการได้ [7] ทฤษฎีฟัซซีเซตได้ถูกนำมาใช้เพื่อหาทางเลือกในการสร้างอาคารที่พักอาศัยที่สามารถใช้งานได้ยาวนาน ภายใต้สภาพแวดล้อมและสภาพสังคม เมื่อใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตเพื่อประเมินอาคารที่พักอาศัย และ

ได้ผลตามคาดไว้ ซึ่งทำให้ผู้วางแผนตัดสินใจได้ [8] นอกจากนี้ยังได้มีการคิดค้นวิธีเพื่อตัดสินใจในการวางแผนให้ได้ผลผลิตภาพและให้โครงการประสบผลสำเร็จ ซึ่งในงานก่อสร้างเป็นงานที่มีรูปแบบขององค์กร การออกแบบโครงการและข้อจำกัดด้านเวลาต่างกัน การวางแผนโครงการแต่ละโครงการเป็นลักษณะเฉพาะ ดังนั้นการวางแผนโครงการจึงเป็นกระบวนการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน และความแปรปรวนเพื่อความสะดวกระบบการตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้าง (NSFDSS) ร่วมกับทฤษฎีฟัซซีเซต จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในปัญหาที่ซับซ้อนนี้ [9] แบบจำลองได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมิน โดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต พบว่าทฤษฎีฟัซซีเซตสามารถประเมินได้ตามเชิงคุณภาพ ซึ่งเหมาะสมกับการตัดสินใจอย่างเป็นธรรมชาติ และสามารถสรุปว่าแบบจำลองกลยุทธ์ในการประเมินสามารถตัดสินใจ และกำหนดผลกำไรช่วยผู้รับเหมาได้ [10] FDRA (Fuzzy Dynamic Resource Allocation) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธี Fuzzy Set / Fuzzy Logic และ Fuzzy Decision Making โดยแบบจำลองนี้สามารถช่วยปรับปรุงผลผลิตภาพในงานก่อสร้างได้ ใช้วิธีจัดการจัดสรรทรัพยากรที่ดีที่สุด [11] วิธีฟัซซีลอจิกได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจที่จะประมวลผลกับไม่ประมวล ภายใต้ความไม่แน่นอนและซับซ้อน เพราะวิธีฟัซซีลอจิกสามารถใช้การพิจารณาได้ตามความรู้สึกของมนุษย์ เช่น การแข่งขัน, ค่าโอกาสที่จะชนะการประมูล, ความสามารถของทรัพยากร, และชื่อเสียงของบริษัท [12] ทฤษฎีฟัซซีเซตจึงถูกนำมาใช้เพื่อจำลองพฤติกรรมของผู้จัดการ ในการคาดคะเนระยะเวลาและค่าใช้จ่าย ภายใต้กิจกรรมก่อสร้าง เนื่องจากระยะเวลาและค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมก่อสร้างสามารถเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ตลอดเวลา ซึ่งผลจากความไม่แน่นอน เช่น ผลิตภาพ, ความสามารถของทรัพยากร และสภาพอากาศ ผู้จัดการโครงการจะต้องจัดการกับความไม่แน่นอนเหล่านี้ให้เหมาะสมกัน ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่าย ทฤษฎีฟัซซีเซตจึงถูกนำมาใช้เพื่อจำลองพฤติกรรมของผู้จัดการ ในการคาดคะเนระยะเวลาและค่าใช้จ่าย ภายใต้กิจกรรมก่อสร้าง [13]

ในการประยุกต์ใช้วิธี AHP มักประสบปัญหาเนื่องจากผู้ตัดสินใจมีความรู้สึกขัดแย้งเวลาพิจารณาเพื่อให้ลำดับความสำคัญเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอน

แนวความคิดของทฤษฎีตรรกะ (fuzzy set theory) จึงถูกนำเข้ามาใช้ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่คลุมเครือ โดยเรียกวิธีการบูรณาการแบบนี้ว่า กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (Fuzzy Analytic Hierarchy Process; FAHP) วิธีนี้สามารถจัดลำดับความสำคัญในวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ใช้ชุดข้อมูลแบบฟัซซีแทนการให้คะแนนแบบใช้ตัวเลขประเมินเพียงตัวเลขเดียว [14] มีการวิจัยหลากหลายได้นำเอาทฤษฎีของฟัซซีเข้ามาเข้ามาช่วยในกระบวนการตัดสินใจ เพื่อแก้ไขปัญหาในวิเคราะห์หลักเกณฑ์ เช่น Kuo และคณะ [15] ได้นำเอา Fuzzy AHP และแนวคิดโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกตำแหน่งที่ตั้งร้านขายสินค้าสะดวกซื้อ Kahraman และคณะ [16] ใช้วิธี Fuzzy AHP ในการคัดเลือกบริษัทผู้ส่งสินค้าเพื่อให้ได้ผู้ส่งสินค้าที่พึงพอใจที่สุดบนพื้นฐานปัจจัยต่างๆ โดยการวิจัยนี้ใช้ Fuzzy AHP ตัวแบบรูปสามเหลี่ยม วิธี Fuzzy AHP ถูกนำมาใช้เลือกผู้สนับสนุนโครงการวิจัยและพัฒนาสำหรับโครงการ Huang และคณะ [17] นอกจากนี้วิธีการคำนวณของ Chang [18] ถูกนำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ของวิธี Fuzzy AHP เพื่อประเมินผู้ให้บริการขนส่งสินค้าทางเรือ Celik และคณะ [14] นอกจากนี้วิธี Fuzzy AHP ยังได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับวิธีการ VIKOR เพื่อคัดเลือกผู้รับเหมา [19]

3. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษาและเกณฑ์การประเมิน

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีแนวทางการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน 5 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนโครงร่างงานวิจัย กำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัย การเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เพื่อจัดทำแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม เพื่อศึกษาความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ โดยใช้วิธี AHP ในการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 5 หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 6 หาค่าคะแนนความห่างจากค่าดีที่สุดของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจโดยวิธี VIKOR

ขั้นตอนที่ 7 จัดลำดับโครงการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 8 เลือกโครงการที่มีแนวโน้มจะประสบปัญหาอุปสรรคเนื่องจากความล่าช้ามากที่สุดมาบริหารความเสี่ยง

ขั้นตอน 9 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินงานศึกษาครั้งนี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเก็บข้อมูลการจัดกลุ่มประเภทของความล่าช้าในงานก่อสร้าง

ส่วนที่ 2 ทำการสัมภาษณ์บุคลากรที่มีประสบการณ์ในวิชาชีพที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ เจ้าของโครงการ และ ฝ่ายพัสดุ เพื่อรวบรวมสาเหตุของความล่าช้าที่มักพบของโครงการก่อสร้างในมหาวิทยาลัย เพื่อนำไปใช้จัดทำเป็นแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการบริหารการก่อสร้างในมหาวิทยาลัย เพื่อศึกษาความคิดเห็นด้านต่างๆ ที่มีต่อสาเหตุของความล่าช้าในโครงการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ ความถี่ของการเกิดสาเหตุแห่งความล่าช้า และผลกระทบในด้านต่างๆ ของสาเหตุความล่าช้า นอกจากนี้ยังใช้แบบสอบถามศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความสำคัญของสาเหตุของความล่าช้าต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง

3.2 การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากงานวิจัยต้องการข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุความล่าช้าในงานก่อสร้าง งานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่จะ

เข้าทำการสัมภาษณ์เป็นผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย โดยจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ในด้านความล่าช้าในงานก่อสร้างในมหาวิทยาลัย ข้อมูลสาเหตุความล่าช้าในงานก่อสร้างที่รวบรวมได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะถูกนำมาใช้ประกอบการสัมภาษณ์

2) รายละเอียดของแบบสอบถาม

จากสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง งานวิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับความถี่ที่พบความล่าช้าในงานก่อสร้างรายการต่างๆ และผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้างรายการนั้นๆ ในด้านต่างๆ อ้างอิงงานวิจัยของ นิตริธ [20] แบบสอบถามจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (rating scale) เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างในประเด็นข้างต้น แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้กรอกแบบสอบถามซึ่งชุดคำถามประกอบด้วยเพศ อายุ วุฒิการศึกษา สาขาที่จบการศึกษา ลักษณะขององค์กร ตำแหน่งงานในปัจจุบัน และประสบการณ์ในการทำงาน ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับความถี่ที่พบสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้างในแต่ละประเภท และความรุนแรงของผลกระทบ ทั้งนี้ได้แบ่งความล่าช้าในงานก่อสร้าง เป็น 4 ประเภท ตามที่เคยกล่าวไว้แล้ว

แบบสอบถามกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลในลักษณะของมาตราประมาณค่า (rating scale) ระดับความน่าจะเป็น (probability: p) และความรุนแรง (consequence: c) ของปัญหา ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุดซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 5 ไปถึง 1 ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ระดับความน่าจะเป็นและความหมาย

ระดับความน่าจะเป็น	ระดับ	ร้อยละความน่าจะเป็น
โอกาสเกิดน้อยที่สุด	1	0-20
โอกาสเกิดน้อย	2	>20-40
โอกาสเกิดปานกลาง	3	>40-60
โอกาสเกิดมาก	4	>60-80
โอกาสเกิดมากที่สุด	5	>80-100

ตารางที่ 2 ระดับผลกระทบและความหมาย

ระดับผลกระทบ	ระดับ	ร้อยละผลกระทบ
ผลกระทบน้อยที่สุด	1	0-20
ผลกระทบน้อย	2	>20-40
ผลกระทบปานกลาง	3	>40-60
ผลกระทบมาก	4	>60-80
ผลกระทบมากที่สุด	5	>80-100

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำมาคำนวณค่าดัชนีความล่าช้า (Delay Index: DI) ดังแสดงในสมการที่ 16

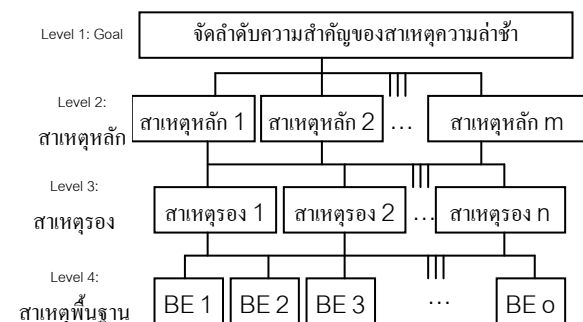
$$DI = P \times C \quad (16)$$

ในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้า การวิจัยนี้จะนำข้อมูล DI มาประเมินดัชนีความล่าช้าถ่วงน้ำหนัก (Weighted Delay Index: WDI) ค่า WDI เป็นผลคูณระหว่าง ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุความล่าช้า ค่าระดับความรุนแรงของผลกระทบและค่าโอกาสหรือความน่าจะเป็นของสาเหตุความล่าช้า ดังแสดงในสมการที่ 17

$$WDI = w_i \times P_i \times C_i \quad (17)$$

ค่า w_i เป็นน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุความล่าช้าซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี fuzzy AHP จากข้อมูลการเปรียบเทียบเป็นคู่ของสาเหตุความล่าช้า รูปที่ 2 แสดงลำดับขั้นการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญด้วยวิธี AHP

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความล่าช้าถ่วงน้ำหนักของสาเหตุพื้นฐานทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคาร จะถูกใช้ในการระบุสาเหตุสำคัญในการบริหารความเสี่ยงในแต่ละโครงการ



รูปที่ 2 ลำดับขั้นการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญด้วยวิธี AHP

3) รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์

การศึกษานี้ได้เก็บข้อมูลสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้างของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากนั้นจึงสรุป สาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้างที่มักพบ และสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง ความถี่และผลกระทบจากความล่าช้าในงานก่อสร้าง ผู้ศึกษาได้จัดทำแบบสัมภาษณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยการให้คะแนนหรือกำหนดค่าระดับความสำคัญ ได้นำเกณฑ์การให้ระดับคะแนน 9 ระดับ มาใช้ในการกำหนดค่าระดับความสำคัญ ลักษณะแบบสัมภาษณ์เป็นแบบเปรียบเทียบที่ละคู่ระหว่างสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง

4. ผลการศึกษา

ผลจากการศึกษานี้มี 3 ส่วนคือ 1) การระบุสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง 2) การประเมินสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง และ 3) การประเมินโครงการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง การศึกษานี้ได้แบ่งสาเหตุของความล่าช้าออกเป็น 4 ประเภท คือ 1. ปัจจัยจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง 2. ปัจจัยจากกลุ่มที่ปรึกษาโครงการ 3. ปัจจัยจากกลุ่มผู้รับจ้าง และ 4. ปัจจัยภายนอกโครงการก่อสร้างที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย 3 โครงการ ในวิทยาเขตหาดใหญ่ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และวิทยาเขตปัตตานี

4.1 การระบุสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง

จากการสำรวจความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามซึ่งจัดส่งให้บุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ในองค์กรหลักที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สามารถสรุปสาเหตุหลักของความล่าช้าในงานก่อสร้างได้ 4 ด้าน คือ 1) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง 2) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มที่ปรึกษาโครงการ 3) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้รับจ้าง และ 4) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก ตามลำดับ สาเหตุรองประกอบด้วย 19

สาเหตุ และสาเหตุพื้นฐานจำนวน 72 สาเหตุ สาเหตุรองมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง ประกอบด้วย 1.1) ปัจจัยจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือเจ้าของงาน 1.2) ปัจจัยจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง 1.3) ปัจจัยจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย 2) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มที่ปรึกษาโครงการ ประกอบด้วย 2.1) ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ 2.2) ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน 3) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้รับจ้าง ประกอบด้วย 3.1) ปัจจัยจากเรื่องแรงงาน 3.2) ปัจจัยจากเรื่องวัสดุ 3.3) ปัจจัยจากเรื่องเครื่องจักร 3.4) ปัจจัยจากเรื่องการบริหารโครงการ 3.5) ปัจจัยจากเรื่องการเงิน 3.6) ปัจจัยจากเรื่องวิธีการก่อสร้าง 3.7) ปัจจัยจากเรื่องผู้รับเหมาช่วง 4) ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก ประกอบด้วย 4.1) ปัจจัยจากเรื่องสถานที่ก่อสร้าง 4.2) ปัจจัยจากเรื่องการสื่อสารและประสานงาน 4.3) ปัจจัยจากเรื่องสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ 4.4) ปัจจัยจากเรื่องระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ 4.5) ปัจจัยจากเรื่องการทดสอบวัสดุและงานระบบ 4.6) ปัจจัยจากเรื่องการจัดค่านของประชาคมมหาวิทยาลัย 4.7) ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่

4.2 การประเมินสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง

ในการศึกษาได้ใช้แบบประเมินผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้าง ผลการศึกษาได้ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละสาเหตุหลักซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี Fuzzy AHP ดังแสดงในตารางที่ 3 สาเหตุหลักที่มีความสำคัญสูงสุดคือ สาเหตุจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง ส่วนสาเหตุที่รองลงมาคือ สาเหตุจากที่ปรึกษาโครงการ สาเหตุจากผู้รับจ้างและสาเหตุจากปัจจัยภายนอก

ตารางที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้างจากวิธี Fuzzy AHP

ที่	ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้า	Wt
1	กลุ่มผู้ว่าจ้าง	0.27
2	กลุ่มที่ปรึกษาโครงการ	0.26
3	กลุ่มผู้รับจ้าง	0.24
4	ปัจจัยภายนอก	0.23

ค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) และค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการเปรียบเทียบคู่ของสาเหตุรองซึ่งจะเป็นเกณฑ์การตัดสินใจประเมินโครงการ ค่าน้ำหนักแบบรวมได้จากการถ่ายทอดน้ำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจแสดงในตารางที่ 4 พบว่าในภาพรวมสาเหตุรองที่มีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรกคือ 1) ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน 2) ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ 3) ปัจจัยจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือเจ้าของงาน 4) ปัจจัยจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง และ 5) ปัจจัยจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย ตามลำดับ ตารางที่ 5 แสดงค่าดัชนีความล่าช้าในภาพรวมของโครงการก่อสร้างของมหาวิทยาลัย พบว่าภาพรวมสาเหตุรองที่มีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรกคือ 1) ปัจจัยจากเรื่องการเงิน 2) ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน 3) ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ 4) ปัจจัยจากเรื่องระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ และ 5) ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่

4.3 การประเมินโครงการจากผลกระทบจากสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง

ผลการประเมินโครงการก่อสร้างในสามวิทยาเขตคือ วิทยาเขตหาดใหญ่ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และวิทยาเขตปัตตานี โดยใช้สาเหตุรองเป็นเกณฑ์การตัดสินใจและผลการจัดลำดับโครงการที่มีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาความล่าช้าด้วยวิธี VIKOR แสดงในตารางที่ 6 พบว่าโครงการก่อสร้างที่วิทยาเขตปัตตานีมีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาความล่าช้าสูงสุด อันดับสองและสามคือ วิทยาเขตหาดใหญ่ และ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ

ตารางที่ 4 การเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุรองด้วยน้ำหนักความสำคัญจากวิธี Fuzzy AHP

ความล่าช้า	สาเหตุของความล่าช้า	L W_i	G W_i	อันดับ ในกลุ่ม	อันดับ ภาพรวม
1.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง	1.1 ปัจจัยจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือเจ้าของงาน	0.35	0.09	1	3
	1.2 ปัจจัยจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง	0.35	0.09	1	4
	1.3 ปัจจัยจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย	0.30	0.08	2	5
2.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มที่ปรึกษาโครงการ	2.1 ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ	0.45	0.12	2	2
	2.2 ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน	0.55	0.14	1	1
3.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้รับจ้าง	3.1 ปัจจัยจากเรื่องแรงงาน	0.21	0.05	2	9
	3.2 ปัจจัยจากเรื่องวัสดุ	0.06	0.02	7	12
	3.3 ปัจจัยจากเรื่องเครื่องจักร	0.07	0.02	6	13
	3.4 ปัจจัยจากเรื่องการบริหารโครงการ	0.09	0.02	5	14
	3.5 ปัจจัยจากเรื่องการเงิน	0.28	0.07	1	8
	3.6 ปัจจัยจากเรื่องวิธีการก่อสร้าง	0.14	0.03	3	10
	3.7 ปัจจัยจากเรื่องผู้รับเหมาช่วง	0.14	0.03	4	11
4.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก	4.1 ปัจจัยจากเรื่องสถานที่ก่อสร้าง	0.05	0.01	6	17
	4.2 ปัจจัยจากเรื่องการสื่อสารและประสานงาน	0.10	0.02	3	15
	4.3 ปัจจัยจากเรื่องสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ	0.09	0.02	4	16
	4.4 ปัจจัยจากเรื่องระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ	0.35	0.08	1	6
	4.6 ปัจจัยจากเรื่องการค้าค้านของประชาคมมหาวิทยาลัย	0.06	0.01	5	18
	4.7 ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่	0.35	0.08	2	7

ตารางที่ 5 การเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุรองด้วยดัชนีความล่าช้าถ่วงน้ำหนัก

ความล่าช้า	สาเหตุของความล่าช้า	G W_i	P	C	WDI	อันดับ
1.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้ว่าจ้าง	1.1 ปัจจัยจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือเจ้าของงาน	0.09	3	3	0.85	8
	1.2 ปัจจัยจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง	0.09	3	4	1.13	6
	1.3 ปัจจัยจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย	0.08	3	4	0.97	7
2.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มที่ปรึกษาโครงการ	2.1 ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ	0.12	3	4	1.38	3
	2.2 ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน	0.14	3	4	1.69	2

LWt คือ คำนำนหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight) GWt คือ คำนำนหนักแบบรวม (Global Weight) ได้จากวิธี AHP ค่าความน่าจะเป็น (P) และค่าผลกระทบ (C) ได้จากการประเมินด้วยคะแนน 5 ระดับดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุรองด้วยดัชนีความล่าช้าถ่วงน้ำหนัก (ต่อ)

ความล่าช้า	สาเหตุของความล่าช้า	G W _i	P	C	WDI	อันดับ
3.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากกลุ่มผู้รับจ้าง	3.1 ปัจจัยจากเรื่องแรงงาน	0.05	3	3	0.47	10
	3.2 ปัจจัยจากเรื่องวัสดุ	0.02	5	5	0.39	14
	3.3 ปัจจัยจากเรื่องเครื่องจักร	0.02	5	5	0.43	11
	3.4 ปัจจัยจากเรื่องการบริหารโครงการ	0.02	5	5	0.53	9
	3.5 ปัจจัยจากเรื่องการเงิน	0.07	5	5	1.75	1
	3.6 ปัจจัยจากเรื่องวิธีการก่อสร้าง	0.03	3	4	0.42	12
	3.7 ปัจจัยจากเรื่องผู้รับเหมาช่วง	0.03	3	4	0.42	13
4.ปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก	4.1 ปัจจัยจากเรื่องสถานที่ก่อสร้าง	0.01	3	4	0.14	18
	4.2 ปัจจัยจากเรื่องการสื่อสารและประสานงาน	0.02	4	4	0.37	15
	4.3 ปัจจัยจากเรื่องสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ	0.02	3	4	0.25	16
	4.4 ปัจจัยจากเรื่องระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ	0.08	4	4	1.29	4
	4.6 ปัจจัยจากเรื่องการค้าค้านของประชาคมมหาวิทยาลัย	0.01	4	4	0.22	17
	4.7 ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่	0.08	3	5	1.21	5

LWT คือ คำน่านหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight) GWT คือ คำน่านหนักแบบรวม (Global Weight) ได้จากวิธี AHP ค่าความน่าจะเป็น (P) และค่าผลกระทบ (C) ได้จากการประเมินด้วยคะแนน 5 ระดับดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลการประเมินโครงการก่อสร้างใน 3 วิทยาเขต ด้วยวิธี VIKOR

เกณฑ์การตัดสินใจ	DI			f ⁺ j	f ⁻ j	W _j	W _j R _{ij}		
	หาคัดใหญ่	สุรุษฯ	ปัตตานี				หาคัดใหญ่	สุรุษฯ	ปัตตานี
1.1 ปัจจัยจากผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือเจ้าของงาน	7.71	7.28	9.09	7.28	9.09	0.09	0.02	0.00	0.09
1.2 ปัจจัยจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง	11.01	11.83	14.14	11.01	14.14	0.09	0.00	0.02	0.09
1.3 ปัจจัยจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย	11.01	11.83	15.15	11.01	15.15	0.08	0.00	0.02	0.08
2.1 ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ	11.01	10.92	13.13	10.92	13.13	0.12	0.00	0.00	0.12
2.2 ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน	11.01	11.83	12.12	11.01	12.12	0.14	0.00	0.10	0.14
3.1 ปัจจัยจากเรื่องแรงงาน	7.71	9.10	12.12	7.71	12.12	0.05	0.00	0.02	0.05

ตารางที่ 6 ผลการประเมินโครงการก่อสร้างใน 3 วิทยาเขต ด้วยวิธี VIKOR (ต่อ)

เกณฑ์การตัดสินใจ	DI			f^*j	f^-j	w_j	$w_j r_{ij}$		
	หาค่าใหญ่	สุรุษฯ	ปัตตานี				หาค่าใหญ่	สุรุษฯ	ปัตตานี
3.2 ปัจจัยจากเรื่องวัสดุ	25.32	21.84	25.25	21.84	25.32	0.02	0.02	0.00	0.02
3.3 ปัจจัยจากเรื่องเครื่องจักร	25.32	21.84	25.25	21.84	25.32	0.02	0.02	0.00	0.02
3.4 ปัจจัยจากเรื่องการบริหารโครงการ	25.32	21.84	25.25	21.84	25.32	0.02	0.02	0.00	0.02
3.5 ปัจจัยจากเรื่องการเงิน	25.32	21.84	25.25	21.84	25.32	0.07	0.07	0.00	0.07
3.6 ปัจจัยจากเรื่องวิธีการก่อสร้าง	11.01	10.01	16.36	10.01	16.36	0.03	0.00	0.00	0.03
3.7 ปัจจัยจากเรื่องผู้รับเหมาช่วง	11.01	10.01	15.15	10.01	15.15	0.03	0.01	0.00	0.03
4.1 ปัจจัยจากเรื่องสถานที่ก่อสร้าง	11.01	10.92	14.14	10.92	14.14	0.01	0.00	0.00	0.01
4.2 ปัจจัยจากเรื่องการสื่อสารและประสานงาน	15.41	14.56	17.17	14.56	17.17	0.02	0.01	0.00	0.02
4.3 ปัจจัยจากเรื่องสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ	11.01	10.01	14.55	10.01	14.55	0.02	0.00	0.00	0.02
4.4 ปัจจัยจากเรื่องระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ	15.41	15.56	18.18	15.41	18.18	0.08	0.00	0.00	0.08
4.6 ปัจจัยจากเรื่องการค้าค่านของประชาคมมหาวิทยาลัย	15.41	11.83	22.22	11.83	22.22	0.01	0.00	0.00	0.01
4.7 ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่	14.31	13.65	18.18	13.65	18.18	0.08	0.01	0.00	0.08
Sj							0.19	0.16	0.98
Qj							0.07	0.10	0.14
S							0.02	0.34	1.70
Q							0.00	0.24	0.50
Rj							0.02	0.58	2.20
อันดับ							1	2	3

f^*j คือ ค่าที่ดีที่สุด f^-j คือ ค่าที่แย่ที่สุด w คือน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ ค่า S คือ $0.5 \times (S_i - S^*) / (S^- - S^*)$ ส่วนค่า Q คือ $0.5 \times (Q_i - Q^*) / (Q^- - Q^*)$ จากสมการที่ 4 กำหนดให้ $v = 0.5$

5. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยประเมินระดับผลกระทบจากความล่าช้าในงานก่อสร้าง ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญ 5 อันดับแรกคือ 1) ปัจจัยจากเรื่องการเงิน 2) ปัจจัยจากที่ปรึกษาควบคุมงาน 3) ปัจจัยจากที่ปรึกษาออกแบบ 4) ปัจจัยจากเรื่อง

ระเบียบและข้อกำหนดของทางราชการ และ 5) ปัจจัยจากเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้ได้เสนอการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้การบูรณาการวิธีไวโอร์ (VIKOR) เข้ากับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) และการประเมินความเสี่ยง ทำให้

เกิดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับความไม่แน่นอนในการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ผลกระทบของความล่าช้าในงานก่อสร้างของมหาวิทยาลัยรัฐ

สำหรับแบบจำลองเพื่อเลือกโครงการก่อสร้างที่มีความเสี่ยงมาดำเนินการจัดการป้องกันด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี VIKOR และวิธี fuzzy AHP ทำให้เกิดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับความขัดแย้งของเกณฑ์การประเมินได้ นับเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงความเสี่ยงที่มีความสลับซับซ้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจจะใช้วิธี fuzzy AHP สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกจะใช้วิธี VIKOR ทำให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้เป็นระบบ ผลการประยุกต์ใช้วิธีการที่นำเสนอในการแก้ปัญหาการเลือกโครงการก่อสร้างที่มีความเสี่ยงที่เหมาะสมกับโครงการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเกณฑ์การตัดสินใจแบ่งออกเป็น 4 หมวด จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจรวม 19 เกณฑ์ ทางเลือกในการตัดสินใจประกอบด้วยโครงการก่อสร้าง 3 โครงการ ในวิทยาเขตหาดใหญ่ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และวิทยาเขตปัตตานี พบว่าโครงการก่อสร้างที่วิทยาเขตหาดใหญ่มีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาความล่าช้าน้อยที่สุด ส่วนโครงการก่อสร้างที่วิทยาเขตปัตตานีมีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาความล่าช้ามากที่สุด การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้จะทำให้การเลือกประเภทโครงการภายใต้ความเสี่ยงของเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถลดผลกระทบจากงานต่อเวลาของงานก่อสร้างได้

เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR สามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงจุดอ่อนหรือผลการประเมินภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ที่แต่ละทางเลือกยังมีผลการดำเนินการที่ต่ำกว่าทางเลือกอื่นๆ การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมุ่งเน้นประยุกต์ใช้วิธี VIKOR ในการระบุมาตรการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดความล่าช้าในการดำเนินงานก่อสร้าง เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญให้กับผู้ออกแบบและผู้รับเหมาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Opricovic, S. Tzeng, G.H. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 1: 445-455.
- [2] Saaty, T. L. 2012. *Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. USA: Kluwer Academic Publisher, Springer Sciences and Business Media, New York Heidelberg Dordrecht London.
- [3] Zhu, K.L. Jing, Y. and Chang, D.Y. 1999. A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 116: pp. 450-456.
- [4] Ward, T.L. 1985. Discounted fuzzy cash flow analysis. *Proc. Fall Ind. Eng. Conf., Inst. Industr. Eng.* 1: 476-481.
- [5] Chiu, C. and Park, C.S. 1994. Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion. *Eng. Econom.* 39: 113-138.
- [6] Cheng, C.H. and Mon, D.L. 1994. Evaluating weapon system by analytic hierarchy process based on fuzzy scales. *Fuzzy Sets and Systems*, 63: 1-10.
- [7] Cheng, C.H. 1996. Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. *European Journal of Operational Research*, 96: 343-350.
- [8] Singh, D. and Tong, R.L.K. 2005. A fuzzy decision framework for contractor selection. *J. Constr. Eng. Manage.*, 131: 62-69.
- [9] Seo, S. Aramaki, T., Hwang, Y. and Hanaki, K. 2004. Fuzzy decision-making tool for environmental sustainable buildings. *J. Constr. Eng. Manage.*, 130: 415-423.
- [10] Tam, C. M., Tong, T.K.L., Chiu, G. C. W., and Fung, I. W. H. 2002. Non-structural fuzzy decision support system for evaluation of construction safety

- management system. *Int. J. Proj. Manage.*, 20: 303-313.
- [11] Fayek, A. 1998. Competitive bidding strategic model and software system for bid preparation. *J. Constr. Eng. Manage.*, 124: 1-10.
- [12] Zhang, H. and Tam, C.M. 2003. Fuzzy decision-making for dynamic resource allocation. *Constr. Manage. Econom.*, 21: 31-41.
- [13] Lin, C.T. and Chen, Y.T. 2004. Bid/no-bid decision-making: A linguistic approach. *Int. J. Proj. Manage.*, 22: 585-593.
- [14] Celik, M., Er, I.D. and Ozok, A.F. 2009. Application of fuzzy extended AHP methodology on shipping registry selection: The case of Turkish maritime industry. *Expert Systems with Applications*, 36: 190-198.
- [15] Kuo, R.J., Chi, S.C. and Kao, S.S. 2002. A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers in Industry*, 47: 199-214.
- [16] Kahraman, C., Cebeci, U. and Ulukan, Z. 2003. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16: 382-394.
- [17] Huang, C.C., Chu, P.Y. and Chiang, Y.H. 2008. A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36:1038-1052.
- [18] Chang, D.Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95: 649-655.
- [19] Ramezaniyan, M.R., Kazemib, M., Jafari, H. and Elahi, S.M. 2012. Application of integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology to contractor ranking. *Management Science Letters*, 2: 1511–1526.
- [20] นิตินร ชำนาญเมือง. 2554. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการบริหารงบประมาณก่อสร้างผูกพันของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สารนิพนธ์, สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์. คณะวิทยาการจัดการ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.