บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น(AHP) ในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างของโครงการบ้านจัดสรร ในจังหวัดเชียงใหม่ ผู้ศึกษาได้ใช้ แนวคิด ทฤษฎี และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย

- ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process ; AHP)
- ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ความคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process ; FAHP)
- ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น

AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผลถูกคิดค้นเมื่อประมาณปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์โทมัสสาตตี้ (Thomas Saaty) ซึ่งเป็นผู้ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเยลประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้นแล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆและนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุดเป็นกระบวนการที่ใช้งานง่ายเพราะมีโครงสร้างเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์และผู้ใช้ไม่ต้องรอเรียนจากประสบการณ์หรือไปฝึกอบรมเพราะ AHP ไม่ต้องมีผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมชี้นำ (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542)

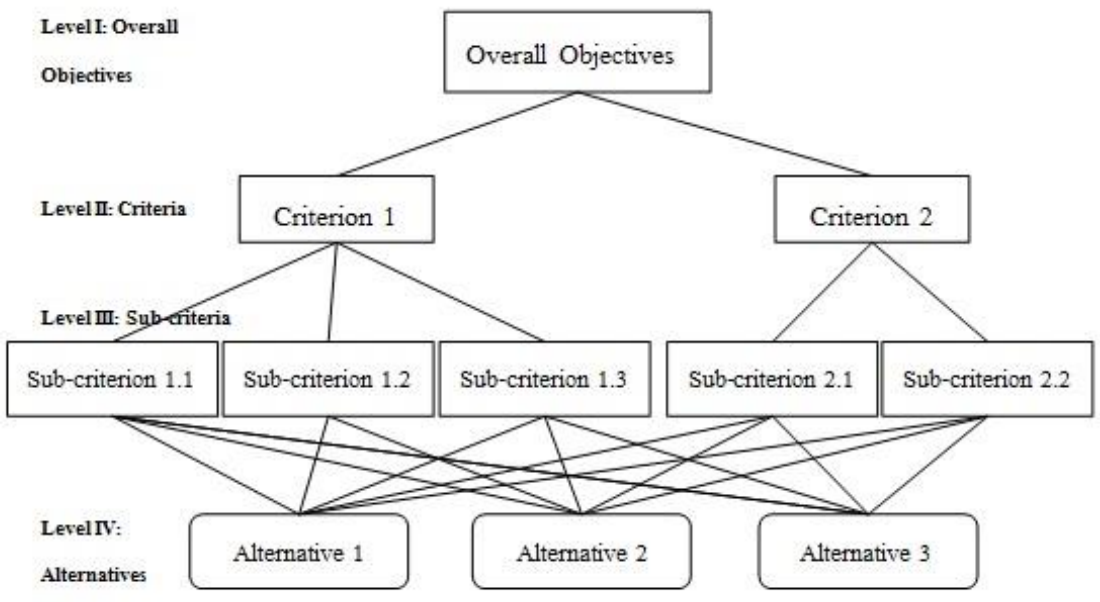
วิธีการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้ (Dyer & Forman, 1992; Hafeez, Zhang, & Malak, 2002)

1. การแยกปัญหาและการสร้างลำดับชั้น

วิธี AHP เริ่มต้นด้วยการแยก (Breaking Down) ปัญหาที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปของลำดับชั้นของส่วนย่อย (Element)ต่างๆ ระดับชั้นที่สูงที่สุด (ระดับที่1) จะประกอบด้วยส่วนย่อยเดียว คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์โดยรวม (Overall Objective) ส่วนย่อยซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจจะถูกเรียกว่าเกณฑ์ (Criteria) ส่วนย่อยในระดับรองลงไปจะถูกเรียกว่าเกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) ระดับล่างสุดของลำดับชั้นที่ถูกเรียกว่า ทางเลือกของการัดสินใจ (Decision Alternative) (ดูรูปที่1) ส่วนย่อยในแต่ละแถวของลำดับชั้นถูกสมมุติให้เป็นอิสระต่อกัน (Saaty,1990) ซึ่งหมายความว่าระดับความสำคัญของเกณฑ์ทั้งหลายปัจจัยจะไม่ขึ้นอยู่กับส่วนย่อยที่ต่ำกว่าเกณฑ์นั้นๆ



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างลำดับชั้นของกระบวนการวิธีAHP

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การใช้ดุลยพินิจเชิงเปรียบเทียบเพื่อคำนวณลำดับความสำคัญ

แบ่งได้เป็น3 ขั้นตอนย่อยคือ การเปรียบเทียบคู่ (Pair wise Comparisons) การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight Calculation) และการตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ (Consistency Check)

2.1 การเปรียบเทียบคู่ (Pair wise Comparisons)

เมื่อได้มีการสร้างลำดับชั้นแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการเปรียบเทียบคู่ เพื่อหาความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของส่วนย่อยต่างๆ ในแต่ละระดับชั้น การเปรียบเทียบคู่นี้จะเป็นการเปรียบเทียบระดับความแรงของอิทธิพล (Strength of Influence) ของคู่ส่วนย่อย เมื่อเทียบกับส่วนประกอบในระดับที่เหนือกว่าซึ่งอยู่ถัดไป สเกลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ สเกลมูลฐาน AHP1-9 โดยหลักการแล้ว ดุลยพินิจคู่คือการเปรียบเทียบคู่นี้จะเริ่มจากระดับล่างสุด (ระดับทางเลือก) และ

สิ้นสุดที่ระดับที่สอง (ระดับที่หนึ่งของเกณฑ์) เพื่อที่จะให้สมองของผู้ประเมินได้รับผลป้อนกลับ (Feedback) ถ้าหากมีผลป้อนกลับเกิดขึ้น (Dryer and Forman 1992 : Forman and Selly, 2001) หลังจากที่ส่วนย่อยทั้งหมดได้ถูกเปรียบเทียบคู่โดยสเกล 1-9 แล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้างเมทริกซ์ดุลยพินิจ หรือเรียกว่า เมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่

ตารางที่ 2.1 สเกลมูลฐานAHP 1-9

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
3	สำคัญกว่าบ้าง	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอักปัจจัยหนึ่งบ้าง
5	สำคัญกว่ามาก	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่าค่อนข้างมาก	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในทางปฏิบัติปัจจัยนั้นได้มีอิทธิพลเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าอย่างยิ่ง	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2, 4, 6,8	ค่ากลาง	บางครั้งต้องการวินิจฉัยในลักษณะที่ก้ำกึ่งกันและไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

(เรียบเรียงจาก : Saaty, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight Calculation)

หลังจากได้สร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่แล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) และค่าลักษณะเฉพาะที่มากที่สุด (Largest Eigen value) ของแต่ละเมทริกซ์เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะจะให้ลำดับความสำคัญ (ค่าน้ำหนัก) ส่วนค่าลักษณะเฉพาะสามารถนำมาใช้เป็นมาตราวัดตัวหนึ่งในการตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ

2.3 การตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ (Consistency Check)

วิธี AHP สามารถวัดระดับความสอดคล้องของดุลยพินิจแต่ละชุดได้ โดยคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ในแต่ละเมทริกซ์ อัตราส่วนความสอดคล้องหากมีค่าเท่ากับศูนย์จะหมายความว่าชุดดุลยพินิจนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ หากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ หนึ่ง (หรือ 100%) หมายความว่า ความไม่สอดคล้องจะเทียบเท่ากับดุลยพินิจที่ได้จากการสุ่ม ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่ามาก (โดยทั่วไปค่าวิกฤตจะอยู่ที่ 10%) แสดงว่า ดุลยพินิจนั้นไม่น่าเชื่อถือ

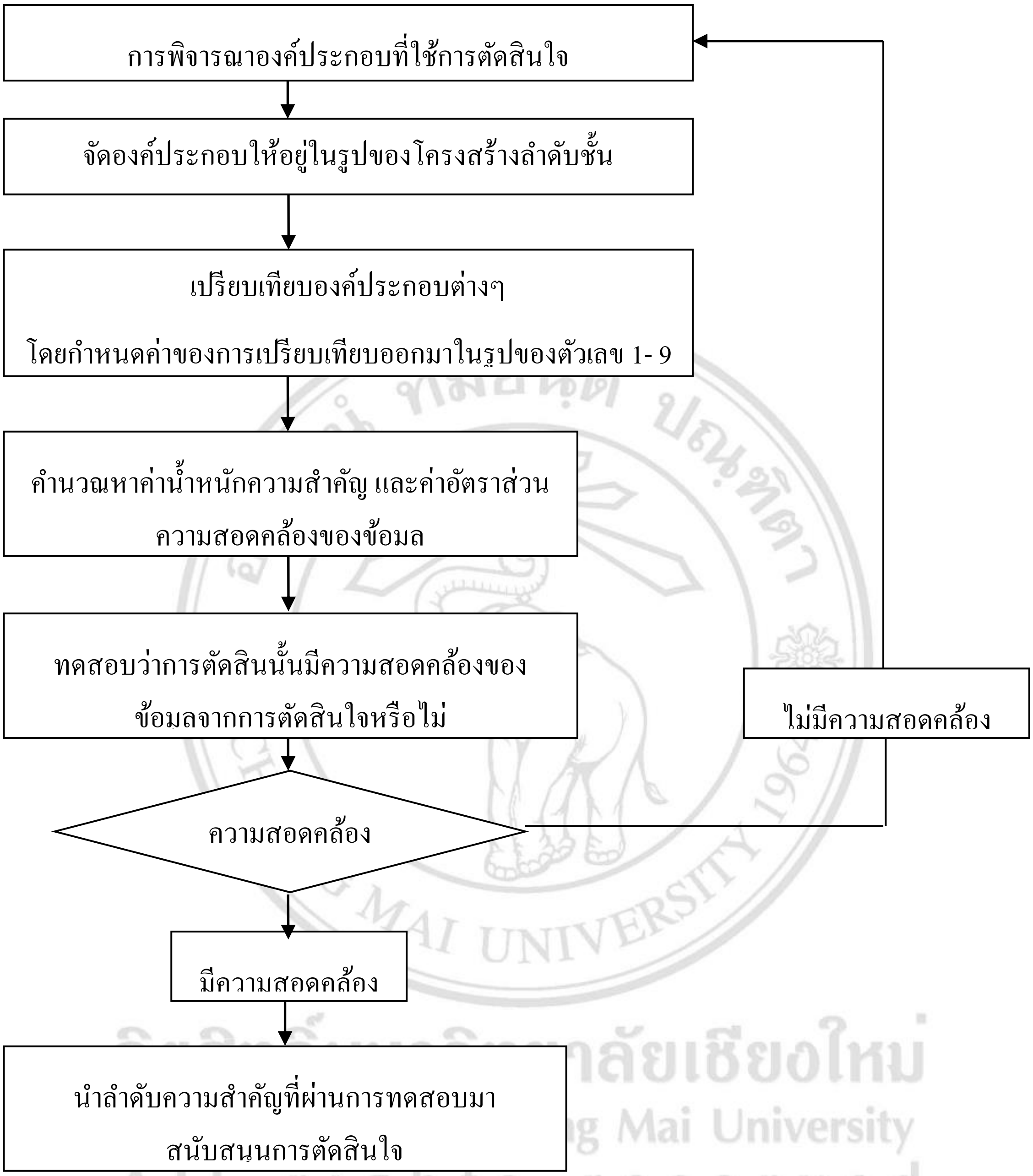
3. การสังเคราะห์เพื่อให้ได้ลำดับความสำคัญโดยรวม

วิธีการสังเคราะห์ในแบบจำลอง AHP คล้ายกับวิธีที่ใช้คำนวณค่าความคาดหวัง โดยผังรูปต้นไม้การตัดสินใจ โครงสร้างลำดับความสำคัญในแต่ละระดับชั้นจะได้มาจากการคำนวณลำดับความสำคัญแบบครอบคลุม (Global Priorities) ระดับความสำคัญที่ได้จากชุดของดุลยพินิจแต่ละชุดจะถูกเรียกว่าลำดับความสำคัญแบบเฉพาะที่ (Local Priorities) ซึ่งเป็นลำดับความสำคัญที่อ้างอิงกับส่วนประกอบที่อยู่เหนือกว่า ส่วนลำดับความสำคัญเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์รวมจะเรียกว่าลำดับความสำคัญแบบครอบคลุม ซึ่งได้จากการคูณลำดับความสำคัญเฉพาะที่ เข้ากับลำดับความสำคัญแบบครอบคลุมของส่วนประกอบที่อยู่เหนือขึ้นไป

4. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวของทางเลือกที่มีผลต่อปัจจัยในการวินิจฉัย จะทำการทดสอบหลังจากเสร็จจากกระบวนการทั้งหมด เป็นการพิจารณาว่าเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะทำให้อันดับความสำคัญของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



All rights reserved

ภาพที่ 2.2 สรุปขั้นตอน กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542, หน้า 141)

วิธีการ AHP มีจุดอ่อนตรงที่ไม่ได้นำเอาความไม่แน่นอนของการให้ความเห็นมาพิจารณาในการเปรียบเทียบคู่องค์ประกอบ ดังนั้น จึงมีการพัฒนาวิธีการ Modified Fuzzy AHP (Jeganathan, 2003) ซึ่งปรับปรุงจากวิธีการ Fuzzy Pair wise Comparison ที่เสนอโดย Deng (1999) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะกำกวม (fuzzy) หรือมีความไม่แน่นอนดังกล่าว

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ความคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process; FAHP)

Fuzzy AHP เป็นการประยุกต์รวม Fuzzy Set กับ AHP เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องบางประการ ของ AHP ในเรื่องของความคิดเห็นของมนุษย์ ซึ่งวิธีการคำนวณหา Fuzzy AHP อย่างง่ายๆ โดย Chang ได้นำเสนอวิธีการไว้ดังนี้

1. กำหนดให้ M € F(R) เป็น Fuzzy Number ถ้า x_0 € R ที่ ทำให้ $\mu_m(x_0) = 1$ และ $\forall\lambda$ € (0, 1), $M\lambda = [x, \mu_m(x) \geq \lambda]$ ในการหา μ_m เป็น Membership Function ของ $M : R$ ^ [0,1] ดังนี้

$$\mu_m(x_0) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & x \in [l,m] \\ (x-u)/\ (m-u), & x \in [m,u] \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

โดยที่ *l* และ *u* เป็นค่าล่างและบนของสมาชิกตามลำดับ และm เป็นค่ากลาง ของ M Triangular Fuzzy Number ถูกแสดงคือ (*l,m,u*)

2. ค่าของการสังเคราะห์ Fuzzy หาได้ดังนี้

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1} \qquad 2.1$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j , \sum_{j=1}^{m} m_j , \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \qquad 2.2$$

และ

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i , \sum_{j=1}^{n} m_i , \sum_{j=1}^{n} u_i\right) \qquad 2.3$$

ดังนั้น

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_j}\right) \qquad 2.4$$

จะได้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1} \qquad 2.5$$

3. หา Degree of Possibibity ได้ดังนี้

$$V(\widetilde{M}_1 \geq \widetilde{M}_2) = sup_{y\geq x}\left[min\left(\widetilde{M}_1(x), \widetilde{M}_2(y)\right)\right] \qquad 2.6$$

ทำให้ได้ว่า

$$V(\widetilde{M}_1 \geq \widetilde{M}_2) = hgt(\widetilde{M}_1 \cap \widetilde{M}_2) = \widetilde{M}_2(d) = \begin{Bmatrix} 1 & \text{if} & m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if} & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2-u_2)-(m_1-l_1)}, & & otherwire \end{Bmatrix} \qquad 2.7$$

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความสำคัญตามทฤษฎีของ Chang

ตัวเลขแสดงความเป็นสมาชิกแบบสามเหลียม	ความหมาย
(1,1,1)	มีความสำคัญเท่ากัน
(1/2,1,3/2)	มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย
(1,3/2,2)	มีความสำคัญมากกว่าในระดับปานกลาง
(3/2,2,5/2)	มีความสำคัญมากกว่าในระดับค่อนข้างมาก
(2,5/2,3)	มีความสำคัญมากกว่าในระดับมากที่สุด

ค่าของการวิเคราะห์ Fuzzy หาได้ดังนี้

$$S_i = \Sigma_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{g_i}^{j} \otimes [\Sigma_{i=1}^{n}\Sigma_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j}]^{-1} \qquad 2.8$$

โดยที่

$$\Sigma_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j} = (\Sigma_{j=1}^{m} l_j, \Sigma_{j=1}^{m} m_j, \Sigma_{j=1}^{m} u_j) \qquad 2.9$$

และ

$$\Sigma_{i=1}^{n}\Sigma_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j} = (\Sigma_{i=1}^{n} l_i, \Sigma_{j=1}^{n} m_i, \Sigma_{j=1}^{n} u_i) \qquad 2.10$$

ดังนั้น

$$[\Sigma_{i=1}^{n}\Sigma_{j=1}^{m} \widetilde{M}_{gi}^{j}]^{-1} = \left(\frac{1}{\Sigma_{i=1}^{n} u_j}, \frac{1}{\Sigma_{i=1}^{n} m_j}, \frac{1}{\Sigma_{i=1}^{n} l_j}\right) \qquad 2.11$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \tilde{M}_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad 2.12$$

Degree of Possibibity หาได้ดังนี้

$$V(\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2) = \sup_{y \geq x}\left[\min\left(\tilde{M}_1(x), \tilde{M}_2(y)\right)\right] \quad 2.13$$

ทำให้ได้ว่า

$$V(\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2) = hgt(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \tilde{M}_2(d) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if} \quad l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & otherwire \end{cases} \quad 2.14$$

4) การหา Degree of Possibility สำหรับ Convex Fuzzy Number จำนวน k หาได้ดังนี้

$$V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_1, \tilde{M}_2, \ldots, \tilde{M}_k) = \min V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_i), i = 1,2,3, \ldots, k \quad 2.15$$

สมมุติให้ว่า

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad 2.16$$

สำหรับ *k =1,2,3,....,n ; k≠I* ทำให้ได้ค่าน้ำหนักดังนี้

$$W' = \left(d'(A_1), d'(A_2), \ldots, d'(A_n)\right)^t, \quad 2.17$$

และทำการ Normalization ของค่าน้ำหนักได้ตามสมการนี้

$$W = \left(d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n)\right)^t, \quad 2.18$$

หลังจากที่ได้ค่าน้ำหนักแล้วนำไปคูณกับเกณฑ์การตัดสินใจ และจำทำให้ค่าคะแนนสุดท้ายออกมาแล้วนำไปทำการเรียงลำดับคะแนน โดยเราจะเลือกตัวเลือกที่มีคะแนนมากที่สุด

การคำนวณหา Fuzzy AHP ตามวิธีของ Bhattachaya สามารถหาได้ดังนี้ โดยเริ่มจากการหาดัชนีการเลือกผู้ส่งมอบ (Supplier Selection Index ; SSI) ซึ่งหาได้ดังนี้

$$SSI_i = [(\alpha \times SFM_i) + (1 - \alpha)OFM_i] \quad 2.19$$

เมื่อ α = น้ำหนักของ Subjective Factor

SFM_i = ค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่พิจารณาจาก Subjective Factor

OFM_i = ค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่พิจารณาจาก Objective Factor

ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่ใช้คือ ฟังก์ชันแบบตัวเอส (Smooth Membership Function) หรือ (S-curve Membership Function) ที่มีค่าระดับความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันในช่วง [0.001,0.999] ดังรูปที่ 2.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 2.16 สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x < x^a \\ 0.999 & x = x^a \\ \frac{B}{1+Ce^{\gamma x}} & x^a < x < x^b \\ 0.001 & x = x^b \\ 0 & x < x^b \end{cases} \qquad 2.20$$

โดยที่ *B* และ *C* เป็นค่าคงที่ และ γ คือค่าดัชนีความคลุมเครือ (Vagueness Index*)* จากสมการที่ *2.33* แทนค่า $x^a = 0$ *และ* $x^b = 1$ เพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆดังนี้

$$B = 0.999(1 + C) \qquad 2.21$$

$$\frac{B}{1+Ce^{\gamma}} = 0.001 \qquad 2.22$$

แทนค่าสมการที่ 2.21 ในสมการที่ 2.22 ได้ผลดังนี้

$$\frac{0.99(1+C)}{1+Ce^{\gamma}} = 0.001 \qquad 2.23$$

จัดรูปสมการ 2.23ใหม่ได้ดังนี้

$$\gamma = \ln\frac{1}{0.001}\left(\frac{0.998}{C} + 0.999\right) \qquad 2.24$$

เนื่องจากมีตัวแปรไม่ทราบค่า *3* ตัวแปร จึงต้องสร้างสมการอีก *1* สมการ ซึ่งจากรูป *2.16* x_0 อยู่กึ่งกลางระหว่าง x^a และ x^b และมีค่าการเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน *0.5*

$$\frac{B}{1+Ce^{\gamma/2}} = 0.5 \qquad 2.25$$

จัดรูปสมการ 2.25 ใหม่ได้ดังนี้

$$\gamma = 2ln\left(\frac{2B-1}{C}\right) \qquad 2.26$$

แทนค่า B จากสมการที่ 2.23 และค่า γ จากสมการที่ 2.24 ในสมการที่ 2.26

$$2ln\left(\frac{2(0.999)(1+C)-1}{C}\right) = ln\frac{1}{0.001}\left(\frac{0.998}{C} + 0.999\right) \qquad 2.27$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เขียนใหม่ได้เป็น

$$(0.998 + 1.998C)^2 = C(998 + 998C) \qquad 2.28$$

แก้สมการที่ 2.28จะได้ว่า

$$C = \frac{-999.0110992 \pm \sqrt{988059.8402 + 3964.127776}}{1990.01592} \qquad 2.29$$

เนื่องจากค่า *C* ต้องมีค่าเป็นบวก ดังนั้นจะได้ค่า C = 0.001001001 แทนค่าในสมการ 2.21 และสมการ 2.24 จะได้ค่า B = 1 และ γ = 13.81350956

หลังจากทราบค่า SSI_i แล้วทำการประยุกต์รวมกับทฤษฎีความคลุมเครือ โดยเริ่มจากคำนวณหาค่าขอบเขตบน (SSI_u) และขอบเขตล่าง(SSI_L)ของดัชนีการเลือกผู้ส่งมอบ กำหนดให้ค่าความไม่แน่นอนจากการตัดสินใจในการประเมิน Subjective Factor เท่ากับ 5% การหาค่าขอบเขตล่างของการคำนวณค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่พิจารณาจาก Subjective Factor ขอบเขตล่าง (SFM_L) และขอบเขตบน (SFM_U) ดังนี้

SFM_L	=	SFM_i-ความไม่แน่นอนของ SFM_i	2.30
SFM_U	=	SFM_i-ความไม่แน่นอนของ SFM_i	2.31

ทำการหาค่า SSI_L *และค่า* SSI_U ที่ระดับ α ต่างๆ ได้ดังนี้

SSI_L	=	α *x* SFM_L + (1-α) x OFM_L	2.32
SSI_U	=	α *x* SFM_U + (1-α) x OFM_U	2.33

คำนวณค่า SS_I เมื่อมีค่าดัชนีของความคลุมเครื่อ *(*Vagueness Index*;* γ*)* เข้ามาเกี่ยวข้องเมื่อ $3 \leq \gamma \leq 47$ โดยมีสมการดังนี้

$$SSI_i = SSI_L + \frac{(SSI_U - SSI_L)}{\gamma} ln \frac{1}{C}\left(\frac{B}{\alpha_{SSI}} - 1\right) \qquad 2.34$$

นอกจากวิธีของ (Chang) แล้ว Fuzzy AHP สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักและทางเลือกได้อีกหลายแบบ ดังตัวอย่างจากการคำนวณต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปลี่ยนตัวเลขจริงให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลขความคลุมเครือ ในแต่ละรูปแบบ เช่น ตัวเลขความคลุมเครือแบบสมเหลี่ยม ตัวเลขความคลุมเครือแบบสี่เหลี่ยม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 2 นำตัวเลขความคลุมเครือใส่ในตารางเมตริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าน้ำหนักในแต่ละหลักเกณฑ์ตามทฤษฎีของ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาน้ำหนักของทางเลือกเหมือนขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที 3

ขั้นตอนที 5 ทำการเปลี่ยนตัวเลขความคลุมเครือให้อยู่ในรูปของตัวเลขจริง แล้วทำการหาค่าของทางเลือก โดยนำค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์คูณด้วยน้ำหนักทางเลือก

2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ได้ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมที่หลากหลายทางด้านการจัดการงานก่อสร้างได้มีการนำ กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นมาใช้ในกระบวนการตัดสินใจหลายกิจกรรม เพราะสามารถลดความหลากหลายและความวุ่นวายได้ และมีผู้นำกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) นี้ไปใช้ในการจัดการก่อสร้าง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

วรากร ลิขิตอนุภาค (2553) ศึกษาเรื่อง “หลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการหมู่บ้านจัดสรร” ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากบริษัทผู้พัฒนาโครงการ 7 บริษัท จำนวน 17 โครงการ ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล พบว่าค่าถ่วงน้ำหนักของคุณสมบัติในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการหมู่บ้านจัดสรรมี 8 คุณสมบัติเรียงลำดับตามค่าถ่วงนำหนักดังนี้ 1. ความเชี่ยวชาญในการบริหารโครงการ (0.247) 2. ประสบการณ์ (0.162) 3. ฐานะทางการเงิน (0.140) 4. ปริมาณงานที่รับผิดชอบอยู่ (13.78) 5. ความเชี่ยวชาญเทคนิคการก่อสร้าง (0.126) 6. บุคลากรหลัก (0.686) 7. ผลงานโครงการที่ผ่านมา (0.583) 8. ความสัมพันธ์กับผู้ค้าวัสดุก่อสร้าง (0.577) จากสัดส่วนค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ผู้บริหารบริษัทพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างให้ความสำคัญในเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการบ้านจัดสรรมากที่สุดคือความเชี่ยวชาญในการบริหารโครงการ ขณะที่เกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยที่สุดคือความสัมพันธ์กับผู้รับเหมาก่อสร้าง ผลจากงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปตัดสินใจคัดเลือกและจัดอันดับผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการหมู่บ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เขตกรุงเทพและปริมณฑลได้ซึ่งจะทำให้โครงการได้ผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีแนวโน้มสามารถป้องกันปัญหาระหว่างการก่อสร้างได้

พระมหาบัณฑิต อักขระกิจ (2554) ศึกษาเรื่อง "การประยุกต์ใช้ AHP ในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างสำหรับโครงการบูรณปฏิสังขรณ์วัดทางพระพุทธศาสนา" โดยใช้แบบสอบถามทำการสำรวจกลุ่มเจ้าของโครงการ (พระภิกษุ) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างซึ่งมีปัจจัย 6 ปัจจัยหลัก ได้แก่ 1.) ผลงานที่ผ่านมาในอดีตและปัจจุบัน 2.) บุคลากรและแรงงาน 3.) ความสามารถด้านการเงิน 4.) การจัดองค์กรและการบริหารงาน 5.) เครื่องจักรและการนำเทคโนโลยีมาใช้ 6.) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และมี 30 ปัจจัยย่อย ที่ใช้ประกอบการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้าง นำมาวิเคราะห์โดยกระบวนการAHPคำนวณหาค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยหลัก พบว่าปัจจัยที่พระภิกษุให้ความสำคัญในเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างมากที่สุดคือผลงานที่ผ่านมาในอดีตและปัจจุบัน ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.275 ในขณะที่ปัจจัยที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุดคือความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.106 หลังจากทำการวินิจฉัยเป็นคู่ๆในปัจจัยหลักแล้ว จากนั้นได้ทำการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยย่อยต่อ ผลจากการหาปัจจัยในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างในโครงการบูรณปฏิสังขรณ์วัด โดยใช้หลักเกณฑ์และกระบวนการของAHP ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและให้ผลที่สมบูรณ์ อันแตกต่างจากกระบวนการประกวดราคาที่เน้นหนักไปในประเด็นของราคาเป็นสำคัญ ทำให้คลาดเคลื่อนประเด็นสำคัญด้านอื่นไป นอกจากนี้ ช่วยลดความมีอคติและสร้างประชามติให้เกิดในกลุ่มผู้รับผิดชอบโครงการ

เทิดศักดิ์ มวมขุนทด (2555) ศึกษาเรื่อง "เกณฑ์การคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในอำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา" โดยใช้ปัญหางานก่อสร้างมาทำการสำรวจความถี่ และความรุนแรงของปัญหาต่างๆ โดยสอบถามจากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างในจังหวัดนครราชสีมา จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักคุณสมบัติเหมาะสมของผู้รับเหมาในการแก้ปัญหาประเภทต่างๆ ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ด้วยการสอบถามจากนายช่างขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอสูงเนิน จำนวน 13 แห่ง ผลการศึกษาพบว่าค่าถ่วงน้ำหนักของคุณสมบัติในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา มี 3 จาก 8 คุณสมบัติที่มีน้ำหนักสูง ได้แก่ (1.) ประสบการณ์ (2.) ความเชี่ยวชาญในการบริหารโครงการ (3.) ความเชี่ยวชาญด้านการก่อสร้าง รวมกันมีค่าถึง 0.629 ส่วนด้าน บุคลากรหลัก ปริมาณงานที่รับผิดชอบอยู่ ฐานะการเงิน ผลงานโครงการที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผ่านมา และความสัมพันธ์กับผู้ค้าวัสดุก่อสร้าง มีค่ารวมกันเพียง 0.371 ผลงานวิจัยนี้สามารถนำค่าสัดส่วนถ่วงน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการคัดเลือกและจัดลำดับผู้รับเหมาก่อสร้างงานสาธารณูปโภคขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

Ekambaram and Mohan (Palaneeswaranl&Kumarawamy ,2000,p.331-339) ศึกษาวิจัยเรื่อง "Contractor Selection for Design /Build Project" ได้กล่าวว่า ในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างเบื้องต้น สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเบื้องต้นมีดังนี้ ประสบการณ์ทั้งหมดในการทำงาน (Overall Experience) สถานะทางด้านการเงิน (Financial Status) องค์กรและการจัดตั้งองค์กร (Company Organization) ประสบการณ์พิเศษในการทำงานลักษณะงานเฉพาะ (Specialized Experience) ผลงานอ้างอิง (Reference) ความเข้าใจในข้อกำหนดของโครงการ (Understanding Project Requirement) แผนการดำเนินงานเบื้องต้น (Preliminary Plans for Implementation) ราคาและค่าใช้จ่ายต่างๆ (Price and Compensation)

Khaled and Nabil (2004,p. 309-320) นำเสนอเกี่ยวกับ "การคัดเลือกคุณสมบัติเบื้องต้นและเอกสารการประมูล (Tendering) สำหรับโครงการของรัฐบาลหรือโครงการสาธารณะในประเทศคูเวต" โดยใช้ตัวอย่างของโครงการคือ Multi Story Car Park ได้กล่าวถึงการให้คะแนน การให้น้ำหนักของปัจจัย การเสนอวิธีการ และตัวอย่างการคำนวณจัดลำดับ หรือแบ่งชั้นผู้รับเหมาก่อสร้างของงานนี้ สรุปปัจจัยและให้น้ำหนักใช้ในการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างได้ดังนี้ ทั่วไป (General) (0.05) โครงสร้างขององค์กร (Structure& Organization) (0.15) ข้อมูลด้านการเงิน (Financial Information) (0.25) บุคลากร (Personnel) (0.10) เครื่องจักรโรงงานและเครื่องจักร (Plant & Machinery) (0.10) ทรัพยากรอื่นๆ (Other Resources) (0.05)ประสบการณ์ของบริษัท (Company Experience) (0.30)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved