แบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร: มุมมองของเจ้าของโครงการ

A MODEL FOR EVALUATING BUILDING DESIGNERS: A VIEW FROM OWNERS

ฐีกวัฒน์ ปั้นเมรัจ

TEEKA'WAT PANMEERCS

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมงานก่อสร้างและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร: มุมมองของเจ้าของโครงการ

A MODEL FOR EVALUATING BUILDING DESIGNERS: A VIEW FROM OWNERS

ทีฆะวัฒน์ ปั้นมีรส

TEEKAWAT PANMEEROS

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....74872
วัน,เดือน,ปี.....15 ต.ค. 2550

b.11831125x
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

A MODEL FOR EVALUATING BUILDING DESIGNERS: A VIEW FROM OWNERS

TEEKAWAT PANMEEROS

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร : มุมมองของเจ้าของโครงการ

A Model for Evaluating Building Designers : a View from Owners

นักศึกษา นายฑีฆะวัฒน์ ปั้นมีรส

รหัสประจำตัว 46061602

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.วุฒิชัย	ชาติพัฒนานันท์	
รศ.รังสรรค์	วงษ์บุญ	
อาจารย์วิบูลย์	วุฒิญาณ	
รศ.ดร.จักรพงษ์	พงษ์เพ็ง	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 22 พฤษภาคม 2550 เวลา 09.00-11.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-405)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....30.....**เดือน**.....พฤษภาคม.....**พ.ศ.**.....2550.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร: มุมมองของเจ้าของโครงการ
นักศึกษา	นายฑีฆะวัฒน์ ปั้นมีรส
รหัสนักศึกษา	46061602
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

บทคัดย่อ

ผู้ออกแบบเป็นผู้พัฒนาแนวคิดของเจ้าของโครงการให้ออกมาเป็นแบบเพื่อทำการก่อสร้าง ซึ่งส่งผลให้ความสำเร็จและการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างส่วนหนึ่ง จะได้รับอิทธิพลมาจากผู้ออกแบบ กล่าวคือหากการประเมินและคัดเลือกผู้ออกแบบจากเจ้าของโครงการได้ผู้ออกแบบที่มีความสามารถต่ำอาจนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงวัสดุและรูปแบบจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายสูงกว่างบประมาณที่ตั้งไว้มาก และความล่าช้าในการดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวทำให้นักวิจัยหลายคนทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินและคัดเลือกผู้ออกแบบขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวยังมีข้อจำกัดอยู่ นั่นคือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมุติว่าการคัดเลือกผู้ออกแบบทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอน และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนเข้าไปในการวิเคราะห์ (2) คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอน (3) ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปขณะทำการประเมิน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ร่วมกับ Visual Basic for Applications (VBA) เป็นโปรแกรมพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลอง และหลังจากนั้นขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองแล้วเสร็จ แบบจำลองดังกล่าวได้ถูกทดสอบการใช้งานกับผู้ปฏิบัติงานจริงในประเด็น การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้, การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง, การทดสอบความถูกต้อง และการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาความสามารถตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

Thesis Title	A model for evaluating building designers: a view from owners
Student	Mr. Teekawat Panmeeros
Student ID.	46061602
Degree	Master of Engineering
Program	Construction Engineering and Management
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Jakrapong Pongpeng

ABSTRACT

Building designers help owners develop their concepts into construction drawings. Thus, implementation and success of construction projects will be party influenced from designers. That is, if owners evaluate designers and then select a low ability designer to do their work, problems may occur such as a large number of changes in materials and drawings, budget overruns, and planned-schedule delays. As such, many researchers have developed models for evaluation and selecting designers. However, all the existing models have limitations. Some assume only one decision-maker involved, other do not include risk stemming from uncertainty. Still others are not flexible to situations. To reduce the limitations, the research aim was to develop a realistic working model capable of (1) incorporating preferences of multiple decision-makers into the analysis, (2) considering risk arising from uncertainty, and (3) being flexible to situations. MS Excel and Visual Basic for Applications (VBA) will be used as the basis of model development. After the model development is developed, it will be tested by User-friendliness, Verification, Validation and Sensitivity analysis. The results of the model test show that the developed model can fulfill thesis objective.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เนื่องจาก ความอนุเคราะห์และความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง โดยท่านได้คอยให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางการดำเนินงาน สั่งสอนเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์ที่ดี ตลอดจนตรวจทานความถูกต้องและความเหมาะสมทั้งเนื้อหาและถ้อยคำ เพื่อให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อย่างสมบูรณ์ครบถ้วน ราบรื่น และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณไชยา สัจจารุ่งเรือง ที่ได้ให้ความกรุณาประสานงานเพื่อช่วยให้ในส่วนของการทดสอบแบบจำลอง มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา และสมาชิกในครอบครัว ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพยิ่ง ที่ได้กรุณาสนับสนุนการศึกษา ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งวิชาการและประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ฑีฆะวัฒน์ ปั้นมีรส

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ปัญหางานวิจัย.....1

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา.....2

1.5 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.6 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา.....3

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....4

2.1 บทนำ.....4

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ.....4

2.3 แบบจำลองการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ.....6

2.4 แนวทางการพัฒนาแบบจำลองเพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่ผ่านมา.....15

2.5 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม.....17

บทที่ 3 กรอบทฤษฎี.....18

3.1 บทนำ.....18

3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function).....18

3.3 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social Welfare Function).....26

3.4 บทวิเคราะห์.....29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง.....30

4.1 บทนำ.....30

4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง.....30

4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบ.....36

4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบ.....40

4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง.....43

4.6 สรุปการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง.....64

บทที่ 5 กระบวนการทดสอบแบบจำลอง.....65

5.1 บทนำ.....65

5.2 การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness).....65

5.3 การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง(Verification).....66

5.4 การทดสอบความถูกต้อง (Validation).....68

5.5 การวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis).....69

5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง.....71

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....73

6.1 สรุปผลการวิจัย.....73

6.2 ข้อเสนอแนะ.....78

เอกสารอ้างอิง.....79

ภาคผนวก ก.แบบกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ.....81

ภาคผนวก ข.คู่มือการวิเคราะห์เพื่อการประเมินผู้ออกแบบ.....87

ภาคผนวก ค.ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....92

ภาคผนวก ง.ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....99

ประวัติผู้เขียน.....105

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 รายละเอียดของปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญเพื่อ.....7
การคัดเลือกสถาปนิกโดยเทคนิคการคำนวณค่าจากหลายปัจจัย

2.2 ค่าคะแนนการประเมินคุณสมบัติของบริษัทที่ปรึกษา.....11

2.3 ประเมินความสามารถของผู้ปฏิบัติงานแต่ละหน้าที่.....12

2.4 การประเมินราคา.....12

2.5 ค่าระดับคะแนนรวมของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ.....13

4.1 ค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำพิจารณาด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ของราคาที่เสนอ.....57

5.1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองระหว่าง.....67
การคำนวณค่าอรรถประโยชน์ด้วยโปรแกรมเทียบกับการคำนวณด้วยมือ

5.2 การเปรียบเทียบผลการคัดเลือกผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริงกับผลจาก.....68
การประเมินโดยใช้โปรแกรม

5.3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนัก... ... ... 7 0
ความสำคัญของแต่ละปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

5.4 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....70
ค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถของแต่ละปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

6.1 ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำในแบบจำลอง.....76

ค.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....93
ความสามารถ สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ค.2 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....93
ความสามารถ สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ค.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของการเปรียบเทียบ.....94
ความสามารถต่อราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ค.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของการเปรียบเทียบ.....94
ความสามารถต่อราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ค.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....95
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 1 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ค.6 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....95
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 2 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....96
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 3 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ค.8 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....96
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 1 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ค.9 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....97
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 2 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ค.10 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมิน.....97
ความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 3 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ค.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินราคา.....98
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ค.12 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินราคา.....98
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ง.1 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย.....100
"การประสานงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.2 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย.....100
"การเขียนแบบและจัดทำรายงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.3 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย.....101
"การออกแบบ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.4 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย.....101
"การบริหารจัดการ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.5 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย.....102
"การตรวจสอบคุณภาพ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.6 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย.....102
"การประสานงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ง.7 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย.....103
"การเขียนแบบและจัดทำรายงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.8 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย.....103
"การออกแบบ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%
ง.9 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย.....104
"การบริหารจัดการ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%
ง.10 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย.....104
"การตรวจสอบคุณภาพ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้.....19
3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมิน.....20
3.3 ลักษณะเส้นโค้งของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ.....22
4.1 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมิน.....31
4.2 การหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง.....32
4.3 การหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง.....32
4.4 การหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง.....33
4.5 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์.....34
4.6 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย.....39
4.7 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการประเมินผู้ออกแบบ.....41
4.8 หน้าเริ่มต้นของการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ.....44
4.9 กรอบข้อความเริ่มต้นทำการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ.....44
4.10 กรอบข้อความวิธีเริ่มต้นการประเมิน เมื่อต้องการทำการประเมินภายหลัง.....44
4.11 ปุ่มกดเริ่มต้นการประเมิน.....45
4.12 แสดงคำแนะนำก่อนเริ่มการใช้งานโปรแกรม.....45
4.13 ขั้นตอนการประเมินบริษัทผู้ออกแบบในโปรแกรม.....46
4.14 ข้อมูลโครงการ.....46
4.15 ข้อมูลบริษัทผู้ออกแบบ.....47
4.16 ส่วนการใส่ข้อมูลของผู้ประเมินเพื่อเริ่มเข้าสู่การประเมิน.....48
4.17 แนวทางการเลือกเพื่อทำการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ.....49
4.18 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง.....50
"ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แนะนำ"
4.19 กรอบข้อความแจ้งสถานะการใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้กับผู้ออกแบบครบทุกรายแล้ว.....50
4.20 กรอบคำถามการเพิ่มเติมผู้ประเมินเพื่อการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ.....51
4.21 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง.....51
"ยอมรับปัจจัยตามที่แนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญ"

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.22 การกำหนดปัจจัยเพื่อการประเมินความสามารถและกำหนด.....52
น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย
4.23 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง.....53
"ต้องการเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ"
4.24 ค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถจากผู้ประเมินรายบุคคล.....54
ของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท
4.25 ค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถจากผู้ประเมินทุกราย.....54
ของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท
4.26 กรอบคำถามเพื่อเข้าสู่การประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านราคา.....55
4.27 การใส่ราคาตามที่บริษัทผู้ออกแบบเสนอ.....56
4.28 การกำหนดสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญระหว่างการประเมินด้าน.....56
ความสามารถต่อการประเมินด้านราคาตามความเห็นของผู้ประเมิน
4.29 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านราคา.....57
4.30 กรอบข้อความแจ้งสถานะการใส่ค่าอรรถประโยชน์ครบถ้วน.....58
4.31 กรอบคำถามการแก้ไขข้อมูลการประเมินของผู้ประเมินแต่ละราย.....58
4.32 ค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถและค่าอรรถประโยชน์รวม.....59
ด้านราคาของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย
4.33 ค่าอรรถประโยชน์โดยรวมทั้งหมด ทั้งความสามารถ.....59
และราคาของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย
4.34 กรอบคำถามการพิมพ์ผลการประเมินผู้ออกแบบ.....60
4.35 กรอบคำถามการเริ่มต้นทำการประเมินโครงการอื่น.....60
4.36 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ "การประสานงานโครงการ".....61
4.37 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ "การเขียนแบบและจัดทำรายงาน".....61
4.38 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ "การออกแบบ".....62
4.39 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ "การบริหารจัดการ".....62
4.40 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ "การตรวจสอบคุณภาพ".....63
4.41 ขั้นตอนการใส่ค่าอรรถประโยชน์.....63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยทั่วไปโครงการก่อสร้างอาคารในประเทศไทยยังให้ความนิยมกับวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิมอยู่ นั่นคือวิธีก่อสร้างโดยออกแบบ เสนอราคา และก่อสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งผู้มีส่วนร่วมในโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่ง ได้อย่างน้อย 3 กลุ่ม นั่นคือ (1) เจ้าของโครงการหรือตัวแทนเจ้าของโครงการ (2) ผู้ออกแบบ และ (3) ผู้รับจ้าง ซึ่งในแต่ละฝ่ายต่างก็มีความสำคัญและบทบาทหน้าที่ที่ต่างกัน โดยในฝ่ายของผู้ออกแบบเองนั้น ถือได้ว่าเป็นผู้มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าฝ่ายอื่นใดเลย เนื่องจากผลจากการออกแบบที่มีคุณภาพจะส่งผลให้ ทั้งเจ้าของโครงการและผู้รับจ้างสามารถก่อสร้างได้โดย สามารถควบคุมเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพได้เป็นอย่างดี [3] โดยผู้ออกแบบที่มีประสิทธิภาพจะสามารถออกแบบให้ตรงตามลักษณะการใช้สอยและความต้องการของเจ้าของโครงการ ภายใต้งบประมาณที่ลูกค้ากำหนดโดยไม่เกิดความล่าช้าที่ส่งผลกระทบกับแผนงานโดยรวม ซึ่งหากโครงการเลือกผู้ออกแบบที่ไม่มีคุณภาพเข้าร่วมทำการก่อสร้างแล้วนั้นอาจส่งผลให้เกิดปัญหาหลายประการที่ส่งผลเสียให้เกิดต่อโครงการก่อสร้างได้ เช่น ความผิดไปจากแนวคิดการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual design) ที่ได้ตั้งใจไว้ การอนุมัติวัสดุล่าช้าหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมจากแบบเดิมจำนวนมากจนส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลาเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้จากงานวิจัยของ Building Research Establishment [1] ของประเทศอังกฤษชี้ให้เห็นว่า ความผิดพลาดของการก่อสร้างมากกว่า 50% เกิดจากการออกแบบที่บกพร่อง ซึ่งจากปัญหาดังที่กล่าวมานั้น ส่งผลให้เกิดการศึกษาถึงปัจจัยเพื่อการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ และรวมไปถึงการพัฒนาปัจจัยดังกล่าวเป็นแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกผู้ออกแบบขึ้น และจากการศึกษาพบว่ามีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกผู้ออกแบบดังกล่าว เช่น Yean Yng Ling [4] ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกสถาปนิกในโครงการก่อสร้างชนิด ออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง, Khaled Al-Reshaid และ Nabil Kartam [7] ได้เสนอขั้นตอนในการคัดเลือกผู้รับเหมาชนิดออกแบบพร้อมก่อสร้าง สำหรับโครงการสาธารณะในประเทศคูเวต ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าจากการนำเสนอขั้นตอนหรือแบบจำลองในการคัดเลือกจากนักวิจัยแต่ละรายนั้นยังมีข้อจำกัดที่เกิดขึ้นอยู่แตกต่างกันไป

1.2 ปัญหางานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่า แบบจำลองดังกล่าวมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางแบบจำลองสามารถใช้ได้กับผู้คัดเลือกเพียงคนเดียว, บางแบบจำลอง

ไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

- รวบรวมความพึงพอใจของบุคคลหลายคนเข้าไปขณะทำการวิเคราะห์
- คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน
- ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

โดยแบบจำลองดังกล่าวนี้จะพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ร่วมกับโปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) เพื่อช่วยในการประเมินผู้ออกแบบทั้งด้านความสามารถและราคาโดยผู้ตัดสินใจหลายคนผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา

โดยทั่วไปการคัดเลือกผู้ออกแบบนั้น ผู้ประเมินมักอยู่ในรูปของกลุ่มคนหรือคณะกรรมการ ที่แต่ละคนมีแนวความคิดที่แตกต่างกันออกไป ทั้งด้านทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยง ระดับความพึงพอใจต่อผู้ออกแบบแต่ละราย หรือรวมไปถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยในการคัดเลือกผู้ออกแบบที่ต่างกัน ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวควรมีการพัฒนาเพื่อให้รองรับแนวความคิดที่แตกต่างกันของผู้ประเมินแต่ละรายด้วย

1.5 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้แบบจำลองสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ กล่าวคือ แบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบที่พัฒนาขึ้นจะมีความสามารถในการรวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคน คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปขณะทำการประเมินโดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาแบบจำลองเพื่อให้มีคุณสมบัติดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งฟังก์ชั่นดังกล่าวสามารถแสดงรายละเอียดโดยสังเขปได้ดังนี้

1.5.1 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function)

โดยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้จะสามารถรวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความพึงพอใจเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการประเมินผู้ออกแบบ และ (2)

ความพึงพอใจเกี่ยวกับการวัดค่าอรรถประโยชน์โดยรวมเอาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไว้ในการประเมินด้วย กล่าวคือฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางในการกำหนดคุณค่าให้กับแต่ละปัจจัยและสะท้อนความพึงพอใจออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้ประเมินให้กับแต่ละปัจจัยโดยรวมเอาความเสี่ยงเข้าไปขณะทำการประเมินด้วย แต่อย่างไรก็ตามการประเมินผลด้วยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์สามารถทำได้กับผู้ประเมินทีละคนเดียวเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อจัดการกับข้อจำกัดดังกล่าว โดยฟังก์ชั่นกลุ่มคนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.5.2 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social Welfare Function)

ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน มีความสามารถในการรวบรวมค่าอรรถประโยชน์และความพึงพอใจของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกัน และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผู้ออกแบบได้ต่อไป

1.6 ขอบเขตการวิจัย

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากการศึกษา การประเมินความสามารถของผู้ออกแบบงานอาคาร ซึ่งทำการศึกษาโดย ไชยา สัจจารุ่งเรือง [5] ดังนั้นขอบเขตของวิจัยจึงเป็นการศึกษาที่ครอบคลุมการคัดเลือกผู้ออกแบบของงานอาคาร ภาคเอกชนของประเทศไทย โดยโครงการที่พิจารณานี้เป็นโครงการขนาดใหญ่พิเศษขึ้นไป ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นเกิน 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป ตามการจัดแบ่งประเภทที่ระบุในกฎกระทรวง ฉบับที่ 48 (พ.ศ. 2540) ออกความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

1.7.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ของต่างประเทศและในประเทศ

1.7.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้พื้นฐานของโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel และพัฒนาร่วมกับ Visual Basic for Applications (VBA)

1.7.3 พัฒนาแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกผู้ออกแบบ โดยใช้งานบนโปรแกรม Microsoft Excel

1.7.4 ทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

1.7.5 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากการศึกษา บทความทางวิชาการ วารสารวิชาการ วิทยานิพนธ์ และตำราวิชาการทั้งต่างประเทศและในประเทศ โดยจะกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการประเมินผู้ออกแบบ ซึ่งในส่วนของบทความจากการทบทวนวรรณกรรมจะศึกษาทั้งการคัดเลือกผู้ออกแบบ สถาปนิก วิศวกร ในลักษณะโครงการก่อสร้างที่ต่างกันไป เช่น โครงการก่อสร้างชนิดออกแบบพร้อมก่อสร้าง โครงการก่อสร้างชนิดออกแบบประมูลและก่อสร้าง และรวมถึงทำการวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองการคัดเลือกผู้ออกแบบที่ผู้ทำการวิจัยแต่ละรายได้นำเสนอ นอกจากนี้ยังศึกษาถึงปัจจัยในการประเมินความสามารถผู้ออกแบบงานอาคาร เพื่อใช้เป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแบบจำลองของงานวิจัยนี้ต่อไป

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ

โดยทั่วไปการคัดเลือกผู้ออกแบบมักจะทำโดยการพิจารณาตาม การประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้ออกแบบ (52.63%) และใช้การคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีการระบุชื่อ (47.37%) [5] โดยในส่วนของการประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้ออกแบบแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การพิจารณาราคาที่เสนอ และ (2) การพิจารณาความสามารถในการออกแบบ

การประเมินคุณสมบัติเบื้องต้น คือ การประเมินคุณสมบัติของผู้ออกแบบโดยพิจารณาจากผลงานที่ผ่านมาให้ตรงตามความต้องการ คุณภาพ ต้นทุน เวลา ความปลอดภัย และอื่นๆ ที่เจ้าของโครงการ หรือบริษัทที่ปรึกษาโครงการเป็นผู้กำหนด [6]

จากการศึกษาพบว่า วิธีการคัดเลือกผู้ออกแบบโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 วิธี คือ (1) การคัดเลือกผู้ออกแบบโดยทำการประเมินคุณสมบัติเบื้องต้น (2) การคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีการระบุรายชื่อผู้ออกแบบ และ (3) การคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีการเปิดประมูลทั่วไปโดยไม่มีการประเมินคุณสมบัติเบื้องต้น ซึ่งพบว่าการคัดเลือกผู้ออกแบบโดยระบุรายชื่อผู้ออกแบบเป็นวิธีที่นิยมที่สุด [5] ซึ่งวิธีดังกล่าวจะทำการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบโดยใช้ดุลยพินิจของเจ้าของโครงการ ซึ่งพิจารณาจากการนำเสนอแบบเค้าโครงร่าง จากการประกวดแบบของบริษัทผู้ออกแบบ ซึ่งในการประเมินความสามารถโดยใช้ดุลยพินิจนั้นอาจทำให้ได้ผู้ออกแบบที่มีความสามารถค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ ต่อการดำเนินการก่อสร้างและผลกระทบระยะ

ยาวจากโครงการที่แล้วเสร็จได้ เช่น การก่อสร้างทำได้ยากลำบากส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างสูง การใช้ประโยชน์ของอาคารไม่เต็มความต้องการที่เจ้าของกำหนด ค่าก่อสร้างเกินจากงบประมาณที่กำหนดเนื่องจากแบบไม่สมบูรณ์

ดังนั้นจึงมีผู้ทำการวิจัยและค้นหาปัจจัยต่างๆ เพื่อการประเมินความสามารถผู้ออกแบบขึ้นเพื่อช่วยเป็นแนวทางในการคัดเลือก และลดโอกาส การคัดเลือกผู้ออกแบบที่ผิดพลาด ซึ่งจากการศึกษาของ ไชยา สัจจารุ่งเรือง [5] ถึงการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบงานอาคาร ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของผู้ออกแบบ โดยการแบ่งปัจจัยตามทฤษฎีลำดับชั้น ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ในการพัฒนาปัจจัยดังกล่าวนั้น เป็นการรวบรวมปัจจัยที่ถูกนำเสนอจากหลายงานวิจัย และทำการจัดหมวดหมู่ของแต่ละปัจจัยโดยอ้างอิงตามพื้นฐานทฤษฎีหลายลำดับชั้น (Theory of Hierarchy, Multilevel, Systems) และใช้วิธีการแตกปัจจัยหลักออกเป็นปัจจัยย่อยตามลักษณะโครงสร้างขององค์กรของสำนักงานผู้ออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย 5 แผนก ดังนี้ (1) แผนกประสานงานโครงการ (2) แผนกเขียนแบบและจัดทำรายงาน (3) แผนกออกแบบ (4) แผนกบริหารจัดการ (5) แผนกตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผู้ทำการวิจัยได้แนะนำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

2.2.1 การประสานงานโครงการ (15%)

- การร่วมประชุมในขั้นตอนของการก่อสร้าง
- การร่วมตรวจสอบงานและทดสอบ
- ความสามารถในการแก้ปัญหาของโครงการ
- ความเอาใจใส่ในการเข้าไปรับผิดชอบงานที่ยาก
- กระบวนการอนุมัติแบบวัสดุและการตอบข้อสงสัย

2.2.2 การเขียนแบบและจัดทำรายงาน (17%)

- ความเร็วในการเขียนแบบ
- ความครบถ้วนของแบบที่เขียนเสร็จแล้ว

2.2.3 การออกแบบ (51%)

- คุณสมบัติของผู้ออกแบบและการติดต่อสื่อสาร
- งบประมาณ
- เวลา
- คุณภาพของแบบ

2.2.4 การบริหารจัดการ (11%)

- การจัดทำเอกสารระหว่างช่วงการออกแบบและช่วงประกวดราคา
- การปรับปรุงแผนการทำงานอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ

2.2.5 การตรวจสอบคุณภาพ (6%)

- การตรวจสอบความสามารถในการก่อสร้างได้

2.3 แบบจำลองการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ

เพื่อให้การประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ แสดงผลออกมาโดยเปรียบเทียบกันได้เป็นตัวเลข ในหน่วยวัดเดียวกัน และเพื่อให้สะดวกต่อการเปรียบเทียบผู้ออกแบบแต่ละราย จึงได้มีผู้ทำการพัฒนาแบบจำลองขึ้น โดยในการพัฒนาแบบจำลองนั้นผู้ทำการวิจัยแต่ละรายใช้พื้นฐานทฤษฎีในการพัฒนาแบบจำลองที่ต่างกัน มีแนวทางการพัฒนาแบบจำลองที่ต่างกัน อันส่งผลให้ในแต่ละแบบจำลองมีข้อดี และข้อจำกัดที่ต่างกันออกไป ดังสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

2.3.1 แบบจำลองการคัดเลือกสถาปนิก โดยใช้เทคนิคการคำนวณค่าจากหลายปัจจัย (MAVT, Multi-attribute value technique) [3]

ลักษณะของแบบจำลองนี้ เป็นการนำเสนอแนวทางการคัดเลือกสถาปนิกโดย พิจารณาจากปัจจัยและน้ำหนักของปัจจัยที่ผู้ทำการวิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยปัจจัยดังกล่าวได้จากการส่งแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ซึ่งปัจจัยที่พิจารณาดังกล่าวจะถูกจัดหมวดหมู่แยกตามทฤษฎีลำดับชั้น แบ่งเป็นปัจจัยหลัก (Factor) ปัจจัยย่อย (Criteria) และปัจจัยย่อยย่อย (Attribute) และน้ำหนักความสำคัญได้จากการหาค่ากลางที่ปรับปรุงแล้ว (Normalized weight) ของน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละรายที่ได้นำเสนอ แล้วให้ผู้คัดเลือกทำการใส่ค่าคะแนนสำหรับแต่ละปัจจัยย่อยย่อย ในการคัดเลือกของสถาปนิกแต่ละราย จากนั้นทำการคำนวณค่าคะแนนรวม ได้โดยการคูณคะแนนของปัจจัยย่อยย่อยกับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย และปัจจัยย่อยย่อยนั้นตามลำดับ จากนั้นจึงหาผลรวมของผลคูณค่าคะแนนกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยย่อยย่อย แล้วทำการพิจารณาเปรียบเทียบกับสถาปนิกรายอื่นโดยผู้ที่มีคะแนนสูงสุดคือผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเพื่อใช้ในการคำนวณระดับคะแนนในการประเมินความสามารถของสถาปนิก ได้ดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญเพื่อการคัดเลือกสถาปนิกโดยเทคนิคการคำนวณค่าจากหลายปัจจัย

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนักความสำคัญ	คะแนนจากการประเมิน	คะแนนจากการคำนวณ
1	ปัจจัยด้านความสามารถในการทำงาน	0.35		
1.1	ความสามารถโดยทั่วไป	0.26		
1.1.1	สถาปนิกมีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่	0.34	R111	0.35 x 0.26 x 0.34 x R111
1.1.2	สถาปนิกมีความเข้าใจในโครงการ	0.34	R112	0.35 x 0.26 x 0.34 x R112
1.1.3	สถาปนิกมีความสามารถในการแก้ปัญหา	0.32	R113	0.35 x 0.26 x 0.32 x R113
1.2	ปัจจัยด้านความรู้ในพื้นฐานอาชีพ	0.26		
1.2.1	สถาปนิกมีความรู้ในการออกแบบเพื่อความประหยัดทางด้านเศรษฐศาสตร์	0.26	R121	0.35 x 0.26 x 0.26 x R121
1.2.2	สถาปนิกมีความรู้ในการออกแบบให้สามารถก่อสร้างได้	0.25	R122	0.35 x 0.26 x 0.25 x R122
1.2.3	สถาปนิกมีความรู้ด้านการออกแบบ, กฎหมาย, ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง	0.26	R123	0.35 x 0.26 x 0.26 x R123
1.2.4	สถาปนิกมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านสัญญา	0.23	R124	0.35 x 0.26 x 0.23 x R124
1.3	ความสามารถในการทำงาน	0.24		
1.3.1	สถาปนิกทำการออกแบบงานที่มีคุณภาพทางด้านเทคนิค (เช่น การลงรายละเอียดของแบบที่ดี)	0.18	R131	0.35 x 0.24 x 0.18 x R131
1.3.2	สถาปนิกทำการออกแบบที่มีคุณภาพด้านการใช้งาน	0.18	R132	0.35 x 0.24 x 0.18 x R132
1.3.3	สถาปนิกทำการออกแบบที่ไม่มีความผิดพลาดของแบบ	0.17	R133	0.35 x 0.24 x 0.17 x R133
1.3.4	สถาปนิกทำการออกแบบภายใต้งบประมาณของลูกค้า	0.17	R134	0.35 x 0.24 x 0.17 x R134
1.3.5	สถาปนิกสามารถบริหารปริมาณการออกแบบของตนเองได้	0.15	R135	0.35 x 0.24 x 0.15 x R135
1.3.6	บริษัทของสถาปนิกมีสถานะทางการเงินที่ดี	0.15	R136	0.35 x 0.24 x 0.15 x R136
1.3.7	บริษัทของสถาปนิกมีขนาดใหญ่			
1.4	ประสบการณ์ในงานออกแบบ	0.24		
1.4.1	สถาปนิกได้รับการออกแบบในงานก่อสร้างมาอย่างเพียงพอ	0.49	R141	0.35 x 0.24 x 0.49 x R141
1.4.2	สถาปนิกมีประสบการณ์ในโครงการที่คล้ายกันและขนาดใกล้เคียงกัน	0.51	R142	0.35 x 0.24 x 0.51 x R142
2	ปัจจัยด้านความสามารถอื่นๆ	0.33		
2.1	ความรู้สึกในด้านดี	0.17		
2.1.1	สถาปนิกทำการผลิตงานแบบอย่างรวดเร็ว	0.16	R211	0.33 x 0.17 x 0.16 x R211
2.1.2	สถาปนิกทำการอนุมัติงานอย่างรวดเร็ว	0.18	R212	0.33 x 0.17 x 0.18 x R212
2.1.3	สถาปนิกให้ความสนใจใกล้ชิดกับรายละเอียดของแบบในขณะก่อสร้าง	0.17	R213	0.33 x 0.17 x 0.17 x R213
2.1.4	สถาปนิกทำการแก้ไขอุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	0.16	R214	0.33 x 0.17 x 0.16 x R214
2.1.5	สถาปนิกทำงานที่ยากอย่างเต็มความสามารถและกระตือรือร้น	0.16	R215	0.33 x 0.17 x 0.16 x R215
2.1.6	สถาปนิกทำการตรวจสอบการก่อสร้างเป็นไปตามข้อกำหนด	0.17	R216	0.33 x 0.17 x 0.17 x R216
2.2	ความคิดริเริ่ม	0.17		
2.2.1	สถาปนิกมีความคิดริเริ่มและให้ความเห็นเพื่อการปรับปรุงการออกแบบ	1.00	R221	0.33 x 0.17 x 1.00 x R221
2.3	ความสามารถในการควบคุม	0.17		
2.3.1	สถาปนิกยอมรับว่าลูกค้าและผู้จัดการโครงการเป็นผู้นำของกลุ่ม	0.25	R231	0.33 x 0.17 x 0.25 x R231
2.3.2	สถาปนิกทำตามขั้นตอนการทำงานและคำสั่งของลูกค้าและผู้จัดการโครงการ	0.24	R232	0.33 x 0.17 x 0.24 x R232

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

2.3.3	สถาปนิกตอบสนองคำขอร้องและคำสั่งของลูกค้าและผู้จัดการโครงการอย่างรวดเร็ว	0.27	R233	0.33 x 0.17 x 0.27 x R233
2.3.4	สถาปนิกยังคงความคิดของตัวเอง	0.24	R234	0.33 x 0.17 x 0.24 x R234
2.4	ทักษะด้านสังคม	0.15		
2.4.1	สถาปนิกมีความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่น	1.00	R241	0.33 x 0.15 x 1.00 x R241
2.5	การให้คำมั่นสัญญา	0.16		
2.5.1	สถาปนิกมีความซื่อสัตย์ต่อลูกค้า	0.30	R251	0.33 x 0.16 x 0.30 x R251
2.5.2	สถาปนิกทำการปรับแบบเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของโครงการ	0.36	R252	0.33 x 0.16 x 0.36 x R252
2.5.3	สถาปนิกมีความสนใจต่องานที่ได้รับมอบหมาย	0.34	R253	0.33 x 0.16 x 0.34 x R261
2.6	ความเป็นผู้นำ	0.18		
2.6.1	สถาปนิกสามารถนำการประสานงานทั้งผู้รับเหมาและบริษัทที่ปรึกษา	1.00		
3	ปัจจัยด้านโครงสร้าง	0.32		
3.1	ความมีชื่อเสียง	0.57		
3.1.1	สถาปนิกมีชื่อเสียงด้านความสามารถในการออกแบบ	1.00	R311	0.32 x 0.57 x 1.00 x R311
3.2	การดำเนินความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน	0.43		
3.2.1	สถาปนิกมีความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้าและผู้จัดการโครงการ	0.48	R321	0.32 x 0.43 x 0.48 x R321
3.2.2	สถาปนิกมีความสัมพันธ์ที่ดีกับบริษัทที่ปรึกษาในทีมอื่น	0.52	R322	0.32 x 0.43 x 0.52 x R322
3.2.3	สถาปนิกมีความสัมพันธ์ด้านสังคมกับลูกค้าและผู้จัดการโครงการ			
3.3	ความสัมพันธ์ก่อนหน้า			
3.3.1	สถาปนิกเคยทำงานกับลูกค้ามาก่อน			
3.3.2	สถาปนิกเคยทำงานกับบริษัทที่ปรึกษามาก่อนจากโครงการอื่น			
4	ปัจจัยด้านราคา			
4.1	ค่าบริการทางวิชาชีพต่ำ			
4.1.1	สถาปนิกเสนอราคาต่ำจากงานที่ได้รับ			
4.1.2	สถาปนิกยอมรับให้ลูกกค่าจ่ายค่าบริการทางวิชาชีพช้า			

ในส่วนของแบบจำลองการคัดเลือกสถาปนิกโดยใช้เทคนิคการคำนวณค่าจากหลายปัจจัยนั้น หากพิจารณาข้อจำกัดดังกล่าวของแบบจำลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

- แบบจำลองนี้ทำการคัดเลือกสถาปนิกโดยพิจารณาจากผลคำนวณค่าคะแนนรวมสูงสุด ของสถาปนิกแต่ละรายนำมาเปรียบเทียบกัน จึงไม่สามารถใช้แบบจำลองนี้กับผู้ตัดสินใจหลายคนได้
- จากการศึกษาในขั้นตอนการเก็บข้อมูล และการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวนั้นไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอน จึงกล่าวได้ว่าแบบจำลองนี้ไม่สามารถจัดการความเสี่ยงได้
- ในส่วนของการให้คะแนน จะต้องให้คะแนนกับทุกปัจจัยย่อยย่อย เพื่อนำค่าคะแนนดังกล่าวมาคำนวณหาผลรวม โดยไม่มีการตัดปัจจัยใดออกไป ส่งผล

ให้แบบจำลองนี้ไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

2.3.2 แบบจำลองการทำนายคุณสมบัติของสถาปนิกและวิศวกร พัฒนาบนพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบถดถอย (Regression analysis) [1]

ลักษณะของแบบจำลองนี้เป็นการประเมินคุณสมบัติของสถาปนิกและวิศวกรในโครงการก่อสร้างชนิดออกแบบพร้อมก่อสร้าง (Design and Build) ซึ่งโครงการลักษณะดังกล่าวนี้ผู้ดำเนินการก่อสร้างโครงการจะเป็นทั้งผู้ออกแบบและผู้ดำเนินการก่อสร้างไปพร้อมกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการประเมินคุณสมบัติดังกล่าว โดยการศึกษาถึงปัจจัยเพื่อการประเมินคุณสมบัติได้จากการส่งแบบสอบถามไปยังผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้าง นอกจากนั้นในแบบสอบถามดังกล่าวยังให้ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาถึงค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยมีช่วงระดับคะแนน ตั้งแต่ 1 ถึง 5 (1 มีความสำคัญต่ำสุด และ 5 มีความสำคัญสูงสุด) และหลังจากได้ผลการสำรวจแล้ว จะทำการตรวจสอบความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยทำการทดสอบแบบที (t-test) เพื่อตัดปัจจัยที่ไม่มีความสำคัญออก ต่อจากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายคุณสมบัติของสถาปนิกและวิศวกร โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยมาสร้างสมการ ร่วมกับการวิเคราะห์ ANOVA เพื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบของแบบจำลองได้ดังสมการที่ 2.1 คือ

$$Y_i = -2.477 + 0.482.H5.5_i + 0.425.H5.1_i + 0413.H1.2_i + \varepsilon_i \qquad (2.1)$$

โดย Y_i คือ ค่าคะแนนที่ได้จากการคำนวณ

$H5.5_i$ คือ ระดับคะแนนของ ปัจจัยในความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาที่ยากๆ

$H5.1_i$ คือ ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความรวดเร็วในการออกแบบ

$H1.2_i$ คือ ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อให้โครงการสำเร็จ

โดยในการใช้งานแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำได้โดยการให้ผู้ตัดสินใจใส่คะแนนสำหรับแต่ละปัจจัยของผู้ตัดสินใจแต่ละราย ($H5.5_i$, $H5.1_i$, $H1.2_i$) แล้วคำนวณตามสมการของแบบจำลอง และพิจารณาเปรียบเทียบค่าจากการคำนวณของสถาปนิกหรือวิศวกรแต่ละราย โดยผู้ที่มีระดับคะแนนจากการคำนวณสูงสุดคือผู้ที่มีคุณสมบัติดีที่สุด

จากการวิเคราะห์แบบจำลองดังกล่าวสามารถแสดงข้อจำกัดได้ดังนี้

- ในการให้คะแนนและคัดเลือกนั้น ทำการตัดสินใจด้วยการเลือกผู้ที่มีระดับคะแนนสูงที่สุด ดังนั้นแบบจำลองนี้ ไม่สามารถใช้กับผู้ตัดสินใจหลายคนได้

- ส่วนการให้คะแนน จำเป็นต้องให้คะแนนในทั้ง 3 ปัจจัย ที่แสดงในแบบจำลอง หากสถานการณ์หรือโครงการเปลี่ยนแปลงไปแบบจำลองไม่สามารถยืดหยุ่นให้เพิ่มหรือลดปัจจัยอื่นได้
- ในการวิเคราะห์ปัจจัย และการพัฒนาแบบจำลอง ไม่ได้คำนึงถึง ความเสี่ยงขณะทำการประเมิน

2.3.3 แบบจำลองการวิเคราะห์ข้อเสนอของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ สำหรับโครงการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค ของกระทรวงไฟฟ้าและน้ำแห่งราชอาณาจักรบาห์เรน [7]

นอกเหนือจากแบบจำลองในการประเมินความสามารถ และคัดเลือกผู้ออกแบบแล้ว ยังมีการศึกษาถึงแนวทางการวิเคราะห์และคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษา ซึ่งโดยลักษณะตามธรรมชาติของการคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษานั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกับการพิจารณาคัดเลือกบริษัทผู้ออกแบบ เนื่องจาก ในการคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษานั้นจำเป็นต้องให้ความสำคัญอย่างมากถึงความสามารถในการทำงานตามประสบการณ์หรือโครงการที่ผ่านมา ซึ่งเป็นคุณสมบัติเช่นเดียวกับการคัดเลือกผู้ออกแบบ [6] รวมถึงในการศึกษาของ Khalaf, Redha [7] ได้แสดงถึงปัจจัยพื้นฐานในการคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษานั้น ต้องมีประสบการณ์การทำงานตรงตามลักษณะโครงการ สามารถพัฒนาแบบโครงร่างเพื่อการก่อสร้างได้ เช่นเดียวกับบริษัทผู้ออกแบบ ซึ่งลักษณะของแบบจำลองที่ผู้วิจัยนำเสนอมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินบริษัทที่ปรึกษาโครงการจะถูกแบ่งส่วนการประเมินออกเป็น 2 ส่วน นั่นคือ ส่วนการประเมินคุณสมบัติโดยให้น้ำหนักความสำคัญ ร้อยละ 70 และส่วนการประเมินด้านราคาโดยให้น้ำหนักความสำคัญ ร้อยละ 30 โดยขั้นตอนของการประเมินผลมีดังต่อไปนี้

ส่วนการประเมินความสามารถ นั้นจะให้ผู้ประเมินแต่ละคนทำการให้คะแนนตามแต่ละปัจจัยการประเมินตามคุณสมบัติที่กำหนด โดยในแต่ละปัจจัยนั้นจะมีระดับคะแนนสูงสุดที่สามารถให้ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดการให้คะแนนได้ตามตารางที่ 2.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ค่าคะแนนการประเมินคุณสมบัติของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนสูงสุด	คะแนนด้านคุณสมบัติ (คะแนนฐานที่ 70 คะแนน)						
			1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
1	ประสบการณ์ที่ผ่านมา								
1.1	การนำเสนอ	20							
1.2	ประสบการณ์ในงานลักษณะเดียวกับของโครงการ	80							
1.3	ประสบการณ์ตามสายงาน	50							
	รวม (1)	150							
2	วิธีการทำงาน								
2.1	การพัฒนาแบบไปเป็นวิธีการทำงาน								
2.1.1	ขั้นตอนการศึกษาเบื้องต้นและการส่วนการเตรียมงาน	30							
2.1.2	การออกแบบเบื้องต้น	30							
2.1.3	เอกสารการประมูล	30							
2.1.4	การประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นก่อนการประมูล	30							
2.1.5	ส่วนการประมูล	30							
2.1..6	การทำงาน	50							
	รวม (2.1)	200							
2.2	การพัฒนาแผนการทำงาน								
2.2.1	ช่วงการออกแบบ	50							
2.2.2	ช่วงการดำเนินงาน	50							
	รวม (2.2)	100							
2.3	นวัตกรรม	50							
	รวม (2.3)	50							
2.4	ปริมาณพนักงานที่ต้องการ								
2.4.1	โครงสร้างองค์กร	100							
2.4.2	การแบ่งส่วนรับผิดชอบงานแต่ละหน้าที่	50							
2.4.3	จำนวนพนักงานที่เสนอ	50							
	รวม (2.4)	200							
	รวม (2)	550							
3	ส่วนตัวบุคคล								
3.1	ผู้นำโครงการ หรือ ผู้จัดการโครงการ	70							
3.2	วิศวกรเครื่องกล	50							
3.3	วิศวกรไฟฟ้า	50							
3.4	วิศวกรเครื่องมือวัดและการควบคุม	50							
3.5	วิศวกรโยธา	50							
3.6	ผู้ควบคุมงบประมาณ	30							
	รวม (3)	300							
	รวมทั้งหมด	1000							

ในส่วนการประเมินหัวข้อ 3 ส่วนตัวบุคคลนั้นจะทำการประเมินโดยพิจารณาจากปัจจัยการประเมินคุณสมบัติของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละตำแหน่งตามรายละเอียดดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ประเมินความสามารถของผู้ปฏิบัติงานแต่ละหน้าที่

ชื่อบริษัทที่ปรึกษา.....

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนน	TL	ME	EE	ICE	CE	EFC
1.	คุณสมบัติโดยพื้นฐาน							
1.1	การศึกษาและการฝึกอบรม	10						
1.2	การเป็นสมาชิกในองค์กรตามวิชาชีพ	5						
1.3	ระยะเวลาและประสบการณ์ในวิชาชีพ	10						
1.4	ระยะเวลาการทำงานในบริษัทที่ปรึกษา	5						
	รวม (1) ,%	30						
2	ความเหมาะสมกับโครงการ							
2.1	การทำงานในตำแหน่งที่ได้รับ	20						
2.2	ประสบการณ์ในตำแหน่งที่เกี่ยวข้อง	30						
	รวม (2) ,%	50						
3	ประสบการณ์การทำงานในท้องถิ่น							
3.1	ในราชอาณาจักรบาห์เรน	10						
3.2	ในประเทศตะวันออกกลาง	10						
	รวม (3) ,%	20						
	รวมทั้งหมด	100						

โดย TL คือ ผู้นำโครงการ หรือ ผู้จัดการโครงการ ME คือ วิศวกรเครื่องกล EE คือ วิศวกรไฟฟ้า ICE คือ วิศวกรเครื่องมือวัดและการควบคุม CE คือ วิศวกรโยธา และ EFC คือ ผู้ควบคุมงบประมาณ

เมื่อได้ผลรวมของแต่ละตำแหน่งแล้วจึงนำผลดังกล่าวไปใส่ในตารางที่ 2.1 ส่วนที่ 3 ข้างต้น ตางรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว

ส่วนการประเมินคุณสมบัติโดยรวม โดยหลังจากประเมินความสามารถแล้ว บริษัทที่ปรึกษาที่มีคะแนนรวมตั้งแต่ 600 คะแนนขึ้นไป จะถูกนำมาประเมินในส่วนประเมินคุณสมบัติโดยรวมต่อไป โดยในส่วนดังกล่าวนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย นั่นคือ ส่วนการประเมินราคา โดยทำการจัดลำดับบริษัทที่มีราคาต่ำสุดเป็นลำดับแรกเรียงไปจนถึงบริษัทที่ราคาสูงสุดอยู่ลำดับสุดท้าย และคำนวณคะแนนตามรายละเอียดในตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 การประเมินราคา

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ราคาประมูล	ค่าปรับแก้	คะแนน (คะแนนฐานที่ 30)
1	ราคาต่ำสุดลำดับที่ 1	A	(A/A) x 30	30
2	ราคาต่ำสุดลำดับที่ 2	B	(A/B) x 30	
3	ราคาต่ำสุดลำดับที่ 3	C	(A/C) x 30	
4	ราคาต่ำสุดลำดับที่ 4	D	(A/D) x 30	
5	ราคาต่ำสุดลำดับที่ 5	E	(A/E) x 30	

หลังจากได้คะแนนจากการประเมินราคาแล้วจะนำมาหาค่ารวมของคะแนนทั้งหมด ตามรายละเอียดในตารางที่ 2.5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ค่าระดับคะแนนรวมของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ

ลำดับ	ชื่อบริษัท	คะแนนด้านความสามารถ (70%)	คะแนนด้านราคา (30%)	คะแนนรวม	การจัดลำดับตามคะแนนรวม
1					
2					
3					
4					
5					

โดยในการพิจารณาคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษาโครงการนั้นผู้ที่มีระดับคะแนนสูงสุดคือผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับโครงการก่อสร้างนั้นมากที่สุด

จากการวิเคราะห์แบบจำลองดังกล่าวนั้นสามารถแสดงข้อจำกัดของแบบจำลองได้ดังนี้

- การพิจารณาคัดเลือกไม่ได้คำนึงถึงทัศนคติด้านความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจแต่ละคน
- ในส่วนของการประเมินความสามารถนั้น ผู้ประเมินต้องให้คะแนนกับทุกปัจจัยที่กำหนดและไม่สามารถเพิ่มเติมหรือตัดบางปัจจัยออกได้ ส่งผลให้แบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการประเมิน

2.3.4 กรอบแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของวิศวกรที่ปรึกษา [6]

ในการประเมินประสิทธิภาพของวิศวกรที่ปรึกษานั้นมีความสำคัญมากเพื่อให้ได้มาซึ่งวิศวกรที่ปรึกษาที่เหมาะสมตามลักษณะงานของแต่ละโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่การก่อสร้างมีความซับซ้อนมากขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความเสี่ยงมากขึ้น ดังนั้นจึงได้เกิดการศึกษาถึงการประเมินประสิทธิภาพของบริษัทที่ปรึกษาขึ้น โดยในการพัฒนาแบบจำลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการประเมินคุณสมบัติของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ โดยการตั้งเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของวิศวกรที่ปรึกษา โดยการวิจัยดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของการประเมินคุณสมบัติวิศวกรที่ปรึกษาโดยใช้หลายปัจจัย ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวมีขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบจำลอง และวิธีการใช้งานแบบจำลองดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองได้มาจาก ทำการรวบรวมปัจจัยเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของวิศวกรที่ปรึกษา โดยปัจจัยดังกล่าวได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรสาธารณะ 2 องค์กร และองค์กรกึ่งรัฐบาล 1 องค์กร และจากนั้นจึงนำปัจจัยดังกล่าวไปพัฒนาเป็นแบบสอบถาม ซึ่งถูกรวบรวมและแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ปัจจัยหลัก (Maincategories) ปัจจัยรอง (Subcategories) และปัจจัยย่อย (Criteria) โดยแบ่งกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มลูกค้าที่พิจารณาคัดเลือกวิศวกรที่ปรึกษา เช่น วิศวกร

อาวุโสในหน่วยงานของรัฐบาล ผู้เชี่ยวชาญในการคัดเลือก ในหน่วยงานกึ่งรัฐบาล และกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาที่เคยถูกคัดเลือก เช่น หัวหน้าวิศวกรในบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาขนาดใหญ่ โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละกลุ่ม ให้ค่าความสำคัญกับแต่ละปัจจัยที่ถูกนำเสนอในแบบสอบถาม โดยแบ่งระดับความสำคัญออกเป็น 6 ระดับ เริ่มจาก 0 คือ ระดับความสำคัญต่ำที่สุด ไปจนถึง 5 คือระดับความสำคัญสูงที่สุด ต่อจากนั้นจึงนำค่าจากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามลักษณะของแต่ละปัจจัย แล้วจึงทำการตรวจสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง กลุ่มลูกค้าที่พิจารณาคัดเลือกวิศวกรที่ปรึกษา และบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาที่เคยถูกคัดเลือก ซึ่งผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้ทำการวิจัยเห็นว่า ในการประเมินคุณสมบัติของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษานั้น กลุ่มลูกค้าคือกลุ่มที่ทำการประเมิน ดังนั้น ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาใช้นั้นควรเป็นผลการวิเคราะห์จากค่าความสำคัญจากกลุ่มลูกค้าที่พิจารณาคัดเลือกวิศวกรที่ปรึกษา โดยหลังจากได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อยแล้วนั้น จึงนำผลดังกล่าวไปใช้พิจารณาประเมินคุณสมบัติของบริษัทที่ปรึกษาต่อไป

ในการนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้งานนั้นสามารถสรุปแนวทางการใช้งานได้ดังนี้ คือ การเปรียบเทียบบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาแต่ละราย จะเปรียบเทียบแต่ละบริษัทจากค่าคะแนนรวม โดยให้ผู้ประเมินให้คะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยสำหรับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาแต่ละราย แล้วจึงรวมเป็นผลรวมค่าคะแนนในปัจจัยหลัก ซึ่งในการหาผลรวมคะแนนของแต่ละปัจจัยหลัก สามารถอธิบายได้โดยสมการที่ 2.2 ดังต่อไปนี้

$$WS_{Pi.j} = W_{i\text{-}2(Pi.j)} \times W_{i\text{-}1(Pi.j)} \times W_{i\text{-}(Pi.j)} \times S_{i(Pi.j)} \qquad (2.2)$$

โดย

$WS_{Pi.j}$ คือ ค่าคะแนนรวมของปัจจัยหลัก

$W_{i\text{-}2(Pi.j)}$ คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

$W_{i\text{-}1(Pi.j)}$ คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง

$W_{i\text{-}(Pi.j}$ คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยย่อย

$S_{i(Pi.j)}$ คือ ค่าคะแนนของปัจจัยจากผู้ประเมิน

ต่อจากนั้นจึงนำ ค่าคะแนนรวมของปัจจัยหลักแต่ละตัวมาบวกกัน เป็นค่าคะแนนตามความสามารถของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา แต่ละราย โดยบริษัทที่ได้คะแนนสูงสุดคือบริษัทที่มีความสามารถในการดำเนินงานสำหรับโครงการดังกล่าวเหมาะสมที่สุด

และจากการพิจารณาแบบจำลองดังกล่าวแล้วนั้นสามารถสรุปข้อจำกัดได้ดังนี้

- แบบจำลองดังกล่าวไม่ได้คำนึงถึงค่าความเสี่ยงในขณะทำการประเมินบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา

- เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกทำได้โดย พิจารณาบริษัทที่ปรึกษาที่มีคะแนนสูงสุด ซึ่งได้จากการประเมินโดยผู้ตัดสินใจคนเดียว ซึ่งหากมีผู้ตัดสินใจหลายคน แบบจำลองดังกล่าวจึงไม่อาจใช้งานได้
- การประเมินผลต้องพิจารณาใส่คะแนนลงในทุกปัจจัยตามที่เสนอ ซึ่งส่งผลให้หากโครงการมีลักษณะแตกต่างออกไป แบบจำลองดังกล่าวจะไม่ยืดหยุ่นต่อการเพิ่มเติมหรือตัดบางปัจจัยออก ส่งผลให้แบบจำลองนี้ไม่สามารถประเมินผลให้ได้บริษัทที่ปรึกษาที่เหมาะสมกับแต่ละโครงการ

จากการศึกษาการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีการนำเสนอแนวทางการประเมินผู้ออกแบบ หรือบริษัทที่ปรึกษา ในหลายแนวทาง ซึ่งนักวิจัยแต่ละท่านมีขั้นตอนการประเมิน และนำเสนอแบบจำลองการประเมินที่แตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าในแต่ละแบบจำลองนั้นยังมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถสรุปลักษณะของข้อจำกัดได้ดังนี้

- บางแบบจำลองสามารถใช้ได้กับผู้ประเมินเพียงคนเดียว
- บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน
- บางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ขณะทำการประเมิน

2.4 แนวทางการพัฒนาแบบจำลองเพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่ผ่านมา

เนื่องจากข้อจำกัดดังที่ได้กล่าวในเบื้องต้น จึงมีผู้นำเสนอแนวความคิดในส่วนการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อให้สามารถประเมินผล และคัดเลือกผู้ออกแบบได้ตรงตามความต้องการของเจ้าของโครงการ และตรงตามความสามารถในการทำงานของผู้ออกแบบได้มากที่สุด โดย จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง [8]-[9] ได้เสนอทิศทางในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาอันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โดยส่วนมากแล้วในการคัดเลือกผู้รับเหมานั้น นิยมใช้วิธีการพิจารณาโดยราคาต่ำสุด หรือ ราคาประมูล เพียงปัจจัยเดียวเป็นเกณฑ์การคัดเลือก ซึ่งผลจากการพิจารณาราคาเพียงปัจจัยเดียวเป็นเกณฑ์การคัดเลือก อาจจะไม่ได้ราคาสุดท้ายของโครงการต่ำที่สุด เพราะอาจมีราคาบวกเพิ่มเข้ามาในโครงการจากการซ่อมแซม เนื่องจากการทำงานที่มีคุณภาพต่ำเพราะราคาที่ประมูลต่ำมากเกินกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้เกิดแนวความคิดอีกแนวหนึ่งที่ต้องการ การพิจารณาปัจจัยในการประมูลที่มากกว่า 1 ปัจจัย ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยเพื่อการประเมินผล แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาสำหรับนักวิจัยนั่นคือ “การพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของแนวความคิดใด” ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

- แบบจำลองที่พัฒนาบนพื้นฐานของ วิธีถ่วงน้ำหนัก (Weighting Model) ซึ่งวิธีนี้จะสร้างตัววัดขึ้นใหม่โดยรวมปัจจัยทั้งหมดเข้าด้วยกัน และในแต่ละปัจจัยมักจะให้น้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน ซึ่งการประเมินทำได้โดย ผู้ประเมินทำการให้คะแนนผู้ถูกประเมินตามแต่ละปัจจัย แล้วคูณค่าคะแนนดังกล่าวกับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น แล้วจึงหาผลรวมทั้งหมด ผู้ถูกประเมินที่ดีที่สุด คือผู้ที่ได้รับคะแนนรวมสูงสุด ทั้งนี้ในส่วนของสมมุติฐานที่ใช้ในการหาน้ำหนักความสำคัญของแบบจำลองนั้น ถือว่าการหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเป็นเส้นตรง ซึ่งในความเป็นจริงอาจไม่เป็นเส้นตรง รวมถึงแบบจำลองดังกล่าวยังมีความยากในการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยซึ่งกันและกันเนื่องจากหน่วยของแต่ละปัจจัยต่างกันออกไป
- แบบจำลองที่พัฒนาบนพื้นฐานของ ทฤษฎีฟัสซี่เซท (Fuzzy set theory) โดยทฤษฎีฟัสซี่เซทจะเป็นการวัดปัจจัยหลายปัจจัย โดยรวมกันเป็นเพียงมิติ (สเกล) เดียว โดยฟัสซี่เซทจะกำหนดให้ผู้ถูกประเมินแต่ละรายมีระดับความเป็นสมาชิกสำหรับแต่ละปัจจัย ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งเรียกว่าคะแนน เช่น ผู้รับเหมารายหนึ่งมีระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.9 สำหรับปัจจัยหนึ่ง แต่ผู้รับเหมาอีกรายหนึ่งมีระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.7 สำหรับปัจจัยเดียวกันนั้น โดยในส่วนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้มาจากดุลยพินิจของผู้ตัดสินใจ ซึ่งในการประเมินทำได้โดย กำหนดระดับความเป็นสมาชิกในแต่ละปัจจัยสำหรับผู้ถูกประเมินแต่ละราย และคูณค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยที่กำหนดโดยดุลยพินิจของผู้ตัดสินใจแต่ละคน เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแต่ละปัจจัย เพื่อเลือกคะแนนที่น้อยที่สุดของผู้ถูกประเมินทุกราย แล้วใช้เกณฑ์ Maximin เพื่อคัดเลือกผู้ถูกประเมินที่ดีที่สุด กล่าวคือเลือกผู้ถูกประเมินที่ดีที่สุดโดยใช้คะแนนมากที่สุดจากคะแนนน้อยที่สุดในขั้นตอนก่อนหน้า ทั้งนี้หากพิจารณาถึงข้อจำกัดของแบบจำลองลักษณะนี้ กล่าวได้ว่า เป็นเรื่องยากในการที่ต้องอาศัยดุลยพินิจจากผู้ตัดสินใจในการให้คะแนนและน้ำหนักความสำคัญสำหรับแต่ละปัจจัยเพื่อทำการประเมิน
- แบบจำลองที่พัฒนาบนพื้นฐานของ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายลักษณะ (Multi-attribute utility function) โดยแบบจำลองลักษณะนี้มีลักษณะเด่นคือ ความสามารถในการรวมความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์ได้ ดังตัวอย่างเช่น แบบจำลองรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive model, [Diekman]) ซึ่งในการประเมินมีวิธีที่คล้ายกับวิธีแบบถ่วงน้ำหนัก แต่การให้ค่าปัจจัยจะอาศัยค่าอรรถประโยชน์ (Utility Function) เพื่อรวมทัศนคติของการตัดสินใจที่รวมความเสี่ยงเข้าไว้ในการวิเคราะห์ด้วย แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวยังมีข้อจำกัด คือ แบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้กับผู้ประเมินผลเพียงคน

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เดียว ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วนั้น การประเมินผลมักเป็นการประเมินในลักษณะของกลุ่มคน หรือ คณะกรรมการ

- แบบจำลองที่พัฒนาบนพื้นฐานของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social welfare Function) เพื่อแก้ปัญหาในข้อจำกัดของจำนวนผู้ประเมินผลสำหรับแบบจำลองที่พัฒนาบนพื้นฐานของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง [10] ได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อการคัดเลือกผู้รับเหมาชื่อ TENSEM ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวนี้สามารถรวมความเสี่ยงและความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคน เข้าในการวิเคราะห์โดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยอ้างอิงถึงพื้นฐานทฤษฎีของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนควบคู่กัน ซึ่งแบบจำลองนี้มีขั้นตอนการใช้งาน คือ ผู้ตัดสินใจทำการเลือกปัจจัยสำหรับการประเมินตามที่ผู้ทำการวิจัยได้นำเสนอ และสามารถเพิ่มหรือลดปัจจัยได้ตามดุลยพินิจของผู้ตัดสินใจเอง ต่อจากนั้นจึงทำการสมดุลหรือวัดปัจจัยสำหรับประเมินความสามารถของผู้ถูกประเมิน โดยผู้ถูกประเมินทุกรายจะถูกให้ค่าอรรถประโยชน์ตามแต่ละปัจจัยคูณกับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น โดยผู้ประเมินหนึ่งคน ในส่วนของผู้ประเมินคนอื่นให้ทำเช่นเดียวกัน เมื่อครบทุกคนแล้ว จะนำผลคูณทั้งหมดรวมเข้าด้วยกันเป็นค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ประเมินทุกคนสำหรับผู้ถูกประเมินแต่ละคน โดยการเลือกผู้ถูกประเมินจะพิจารณาที่ค่าอรรถประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดคือผู้ถูกประเมินที่ดีที่สุด

2.5 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่มีอยู่นั้นมีข้อจำกัดร่วมกันอยู่ 3 ประเด็น คือ บางแบบจำลองไม่สามารถประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินหลายคน แบบจำลองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และบางแบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อสานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละทฤษฎี จะกล่าวถึงในบทต่อไป

74872

บทที่ 3
กรอบทฤษฎี

3.1 บทนำ

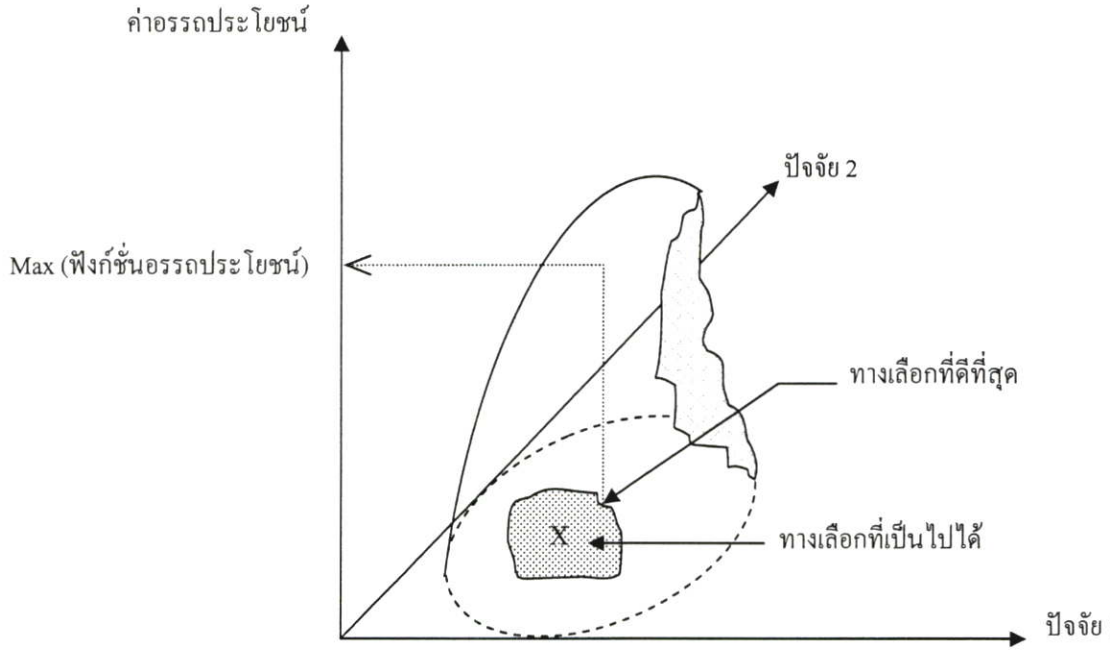
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและแนวความคิดเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบ เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่มีอยู่ โดยทฤษฎีและแนวความคิดดังกล่าวที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองจะอ้างอิงตาม (1) ทฤษฎีฟังชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function) และ (2) ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social Welfare Function)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การประเมินผู้ออกแบบส่วนใหญ่จะกระทำโดยกลุ่มคนผู้เป็นตัวแทนเพื่อทำการประเมินและคัดเลือกผู้ออกแบบ ซึ่งแต่ละคนมีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดทัศนคติและแนวความคิดในการประเมินที่ต่างกัน รวมถึงทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงที่แตกต่างกันด้วย กล่าวคือ บางคนอาจมีทัศนคติที่ชอบเสี่ยง หรือบางคนอาจมีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เข้ามาเพื่อจัดการกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในขณะทำการประเมินผู้ออกแบบ เนื่องจากทฤษฎีดังกล่าวนี้จะเป็นตัวกลางในการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมเอาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปขณะทำการประเมินได้ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประเมินส่วนใหญ่มักทำโดยกลุ่มตัวแทนผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ ซึ่งทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ดังกล่าว มีข้อจำกัดคือสามารถใช้กับการประเมินโดยมีผู้ประเมินได้ครั้งละคนเดียว ดังนั้นเพื่อจัดการกับปัญหาดังกล่าวจึงได้นำเอาทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อรวบรวมค่าอรรถประโยชน์จากผู้ตัดสินใจทุกคน และหาผลการประเมินโดยรวมของกลุ่มผู้ประเมินได้ โดยรายละเอียดของทั้ง 2 ทฤษฎีจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function)

แนวคิดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ คือการวัดความพึงพอใจของผู้ประเมินแต่ละคน ผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ (Subjective inputs) เพื่อใช้กำหนดคุณค่าของปัจจัยที่ใช้ในการประเมินแต่ละตัว ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้จะเป็นตัวกลางในการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัย โดยรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นการความไม่แน่นอนเข้าไปขณะทำการประเมินด้วย ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้สามารถแสดงค่าผลลัพธ์จากการประเมินออกมาเป็นค่าตัวเลขที่ไม่มีหน่วยและสามารถนำไปทำการคำนวณต่อไปได้ จึงทำให้สามารถทราบระดับความพึงพอใจของผู้ประเมินที่มีต่อปัจจัย ต่อจากนั้นฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะแปลงระดับความพึงพอใจของผู้ประเมินเป็นค่า

อรรถประโยชน์เพื่อทำการหาผลรวมของค่าอรรถประโยชน์ โดยทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงสุดคือทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่ดีที่สุด ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้

3.2.1 ลักษณะของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากความเชื่อที่ว่า คนแต่ละคนนั้นจะให้คุณค่ากับสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมและสถานการณ์ที่บุคคลนั้นกำลังเผชิญ เช่น สถานะทางการเงิน, ความมั่นคงในตำแหน่งหน้าที่การงาน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ จะส่งผลต่อทัศนคติที่มีต่อของสิ่งเดียวกันแตกต่างกันออกไป เช่น คนรวยจะให้คุณค่าเงิน 100 บาท น้อยกว่าคุณค่าที่ให้กับเงิน 100 บาท ของคนจน ซึ่งสิ่งนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงความพึงพอใจ (Preference) และดุลพินิจ (Judgment) ที่แตกต่างกันออกไปของแต่ละบุคคล

ดังนั้นในการนำเอาทฤษฎีอรรถประโยชน์มาใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกใด ๆ จะส่งผลให้การคัดเลือกนั้นตรงตามแนวคิดและความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจ เนื่องจากได้พิจารณารวมเอาปัจจัยแวดล้อมที่ผู้ตัดสินใจกำลังเผชิญอยู่ รวมถึงได้พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นตามทัศนคติของผู้ตัดสินใจเข้าไว้ในการตัดสินใจดังกล่าว

3.2.2 การสร้างฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เกิดจากการให้คุณค่าของปัจจัยที่ผู้ประเมินกำลังพิจารณาอยู่ ในแต่ละสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ทำการกำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุดที่เกิดขึ้นได้ (ค่าปลายของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์) โดยการกำหนดช่วงของค่าผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากระดับความพึงพอใจสูงสุด (X^*)

ไปจนถึงถึงระดับความพึงพอใจต่ำสุด (X_*) โดยกำหนดให้ระดับความพึงพอใจสูงสุดมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 1 และมีค่าลดลงจนถึงระดับความพึงพอใจต่ำสุด ซึ่งมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 0

- หาพิกัดแกน Y (แกนอรรถประโยชน์) และแกน X (แกนปัจจัย) ซึ่งค่าอรรถประโยชน์หาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนี้

$$U(O_i) = p \times U(O^*) + (1 - p) \times U(O_*) \qquad (3.1)$$

โดย

$U(O_i)$ = ค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่พิจารณา

p = ค่าความน่าจะเป็นของทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่พิจารณา

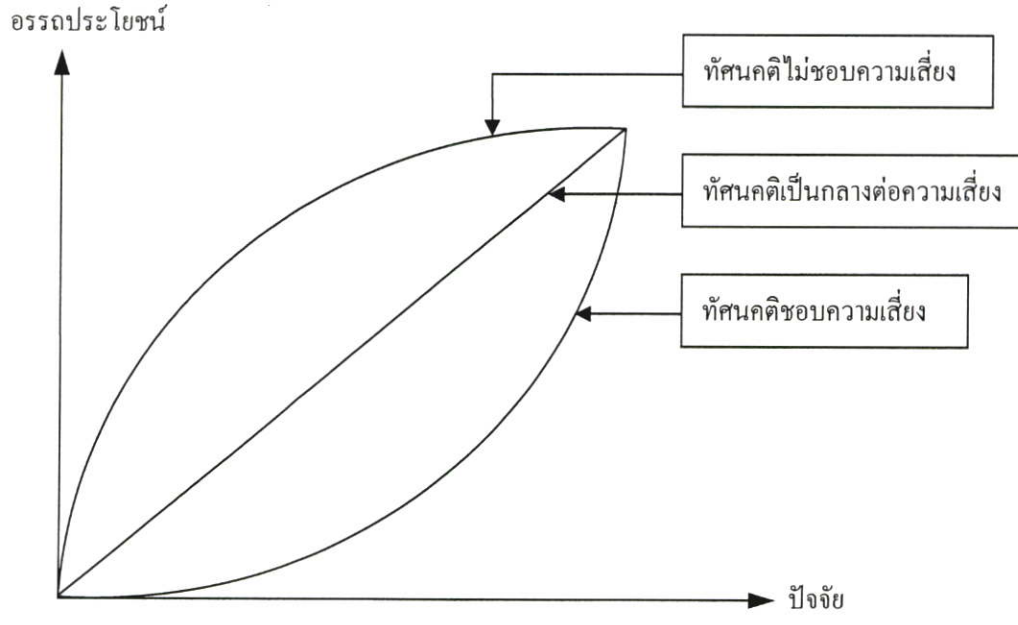
$U(O^*)$ = ความพึงพอใจสูงสุดที่มีต่อทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่พิจารณา

$U(O_*)$ = ความพึงพอใจต่ำสุดที่มีต่อทางเลือก (หรือผู้ออกแบบ) ที่พิจารณา

โดยปกตินิยมกำหนด $U(O^*) = 1$ และ $U(O_*) = 0$

3.2.3 รูปแบบของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

หลังจากหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ได้จากวิธีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ฟังก์ชั่นดังกล่าวจะสะท้อนถึงทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมินรายนั้น ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 ดังนี้



รูปที่ 3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมิน

จากลักษณะของกราฟดังกล่าวข้างต้นของ ภัคพงษ์ เหลืองบงกช [11] ได้อธิบายลักษณะของทัศนคติต่อความเสี่ยง 3 ประเภทไว้ดังนี้

- ทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion)

ผู้ประเมินประเภทไม่ชอบความเสี่ยงนี้มักไม่ต้องการรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถรับความเสี่ยงได้เมื่อผลตอบแทนจากการเลือกทางเลือกนั้นมีค่าสูงมาก จากกราฟสามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ของกราฟจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อโอกาสในการเสียผลประโยชน์เพิ่มมากขึ้น (ในช่วงแรกความชันของกราฟจะสูงและจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนความชันมีค่าน้อยมาก) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่าขอบเขตของอรรถประโยชน์ (marginal utility) ในรูปของผลตอบแทนจะลดลงเรื่อย ๆ ถึงแม้ว่าผลตอบแทนจะเพิ่มมากขึ้น (ค่าขอบเขตสามารถหาได้จากความชันของกราฟ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งกราฟจะมีความชันลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้นกราฟจึงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำลง)

- ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk neutrality)

ผู้ประเมินที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง จะมีความพึงพอใจต่อความเสี่ยงที่ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้นขอบเขตของอรรถประโยชน์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อผลตอบแทนเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกที่ผลตอบแทนต่ำผู้ประเมินจะให้อรรถประโยชน์ค่อนข้างน้อย แต่เมื่อผลตอบแทนสูงขึ้นเรื่อย ๆ อรรถประโยชน์ที่ผู้ประเมินให้นั้นจะมีค่าสูงเร็วมากขึ้น ส่งผลให้กราฟมีความชันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นลักษณะของกราฟที่ได้จึงเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น

- ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality)

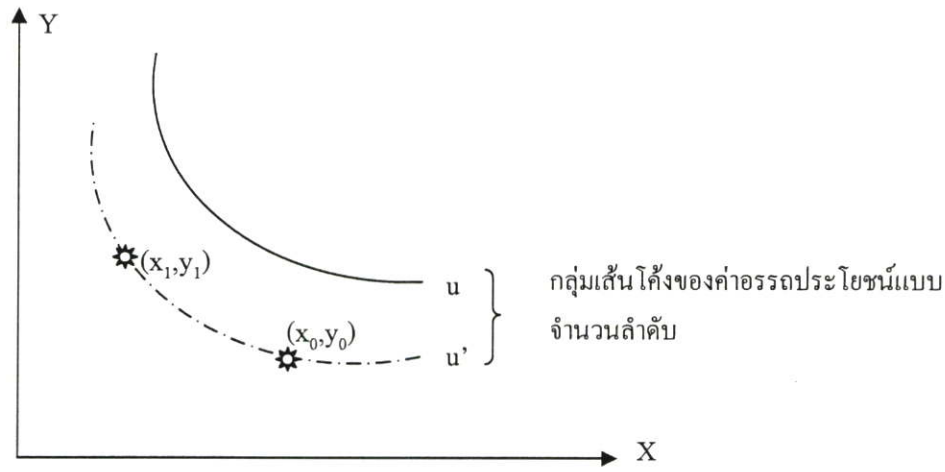
อรรถประโยชน์ของผู้ประเมินที่มีทัศนคติลักษณะนี้จะมีค่าแท้จริงของผลตอบแทนที่พวกเขาจะได้รับ และจะมีความพึงพอใจในกรณีใด ก็ตามที่พวกเขาได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด ซึ่งการตัดสินใจมักต้องมีมูลค่าพื้นฐานของผลตอบแทนมาใช้เป็นบรรทัดฐานโดยตรงโดยไม่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ลักษณะของกราฟที่ออกมาจึงมีค่าความชันคงที่ ส่งผลให้กราฟเป็นเส้นตรง

จากที่กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความยากและใช้เวลามากในการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ขึ้น ซึ่งต่อไปจะเสนอทางเลือกในการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบอื่น อันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.4 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ

เป็นวิธีการเพื่อทำการหาผลสรุปของค่าความเสี่ยงหรือความไม่แน่นอนที่มีค่าตรงตามความพอใจของผู้ทำการตัดสินใจ ซึ่งไม่สามารถระบุระดับความพึงพอใจที่แตกต่างกันของทางเลือกที่นำมาเปรียบเทียบกันเป็นตัวเลขได้ ซึ่งหมายถึงว่าการใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับนั้นทำได้เพียงการเลือกเอาทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งที่ผู้ประเมินมีความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์โดยสามารถทำการหาได้ดังนี้

การหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะไม่สามารถระบุได้ว่า ผู้ระเมินมีความพึงพอใจทางเลือกหนึ่งแตกต่างกับอีกทางเลือกหนึ่งอยู่เท่าใด ซึ่งการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับทำได้โดยขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงลักษณะเส้นโค้งของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ

- ทำการกำหนดค่า (x_0,y_0) เป็นค่าอ้างอิง และเป็นค่าพิกัดบนกราฟ ที่กราฟฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ จะลากผ่าน
- กำหนดค่า X (Fixed) เป็นค่า x_1 ต่อจากนั้นจะขอให้ผู้ทำการตัดสินใจบอกค่าของ y ที่ทำให้ค่าพิกัดของ $(x_1, ?)$ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับ (x_0,y_0) เช่นการหาค่าของ y ที่มีค่าทำให้ค่า x มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงจาก x_0 เป็น x_1 และสมมุติว่าค่า (x_1,y_1) คือค่าที่หามาได้
- พิจารณาเปลี่ยนค่าของ x แล้วทำการหาค่า y ตามขั้นตอนข้างต้นเพื่อจะหาจุดพิกัดบนกราฟจนเพียงพอ
- ทำการลากเส้นผ่านจุดพิกัดที่หามาได้ ได้เป็นฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ ที่มีค่าแปรผันตามจุดที่อ้างอิง (x_0,y_0) ต่อจากนั้นทำการหาเส้นโค้งของค่าอรรถประโยชน์อื่นๆ ต่อ โดยทำตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น

แต่อย่างไรก็ตามจากที่แสดงขั้นต้น ขั้นตอนการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ นั้นเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาและความยุ่งยากมาก และอาจส่งผลให้เกิดความขัดแย้งหรือความคิดที่เปลี่ยนไปของผู้ตัดสินใจขณะทำการหาฟังก์ชั่นได้ นอกจากนั้น ในการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับนี้ สามารถทำได้โดยมีปัจจัยในการพิจารณาสูงสุดเพียง 1 ปัจจัยเท่านั้น

เนื่องจากข้อจำกัดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ ที่ไม่สามารถทำการพิจารณาเปรียบเทียบค่าความพึงพอใจออกมาในเชิงปริมาณได้ เช่น ทางเลือก X มีค่าความพึงพอใจมากกว่าทางเลือก Y อยู่ 7 เป็นต้น ส่งผลให้การนำมาใช้ประเมินทางเลือก (หรือประเมินผู้ออกแบบ) โดยพิจารณารวมถึงค่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมินไม่สามารถทำได้ ดังนั้น ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับจึงถูกนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้กับการประเมินเพื่อรองรับความเสี่ยงดังกล่าวที่เกิดขึ้น เนื่องจากฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับนั้นสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ (+, -, ×, ÷) รวมถึงการพิจารณาปัจจัยในการประเมินที่มากกว่า 2 ปัจจัยได้ ซึ่งรายละเอียดและขั้นตอนการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

3.2.5 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับ

แนวคิดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับคือ การประเมินความพึงพอใจโดยรวมเอาความเสี่ยงและความไม่แน่นอน โดยสามารถแก้ปัญหาความยากในการวัดค่าความพึงพอใจที่เป็นข้อจำกัดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนลำดับ โดยแนวทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3.2 [3] คือ

$$(\max)U(Z(x)) \qquad (3.2)$$

โดย $x \in X$

U คือ ฟังก์ชั่นของค่าอรรถประโยชน์ ที่แสดงได้ดังรูปที่ 3.1

นอกจากนั้นแล้ว ความสามารถที่ดีกว่าของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับ นั่นคือสามารถที่จะจัดลำดับทางเลือก โดยพิจารณาจากผลรวมของค่าอรรถประโยชน์จากการคำนวณได้ ส่งผลให้ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับดังกล่าว เป็นที่นิยมในการนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ดังกล่าวจะมีความสามารถที่ดีกว่า แต่การหาฟังก์ชั่นของค่าอรรถประโยชน์ยังคงต้องการ การพิจารณาและตัดสินใจจากผู้ประเมิน โดยถือว่าผู้ประเมินได้รับข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อการตัดสินใจก่อนทำการพิจารณา แต่อย่างไรก็ตามยังคงเป็นการยากที่ผู้ประเมินจะได้รับข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดก่อนทำการประเมิน ทำให้ปัจจัยในการ

ประเมินของผู้ประเมินแต่ละรายอาจจะไม่เหมือนกันได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย (Multi-attribute utility function) ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ดังกล่าวที่นิยมใช้ คือ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันโดยวิธีถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive method) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้รูปแบบดังกล่าวเพื่อการพัฒนาแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบต่อไป โดยรายละเอียดฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัยสามารถกล่าวได้ดังต่อไปนี้

3.2.6 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย (Multi-attribute utility function)

ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย เป็นการประเมินความพึงพอใจของทางเลือก โดยจะทำการรวมความพึงพอใจของแต่ละปัจจัยลงในฟังก์ชั่นของค่าอรรถประโยชน์ ขณะทำการประเมินเพื่อหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [12]

- เริ่มด้วยการชักจูงให้ผู้ประเมินเห็นความสำคัญของการประเมินดังกล่าวโดยใช้วิธีและเทคนิคตามที่เสนอแนะ
- ทำการเลือกรูปแบบของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่พิจารณาหลายปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ แบบการรวมปัจจัยเข้าด้วยกันโดยการถ่วงน้ำหนัก ดังแสดงได้ตามสมการที่ 3.3 [11]

$$U(x) = \sum_{i}^{L} w_i u_i(x_i) \qquad (3.3)$$

โดย $x \in X$

x คือ ปัจจัยในการประเมินผู้ออกแบบ

w_i คือ น้ำหนักความสำคัญ

$u_i(x_i)$ คือ ฟังก์ชั่นค่าอรรถประโยชน์ของ ปัจจัย x

$U(x)$ คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์โดยรวมทั้งหมด

โดยสมการดังกล่าวมีสมมุติฐานเบื้องต้น เกี่ยวกับความเป็นอิสระ (independence) ของปัจจัยดังต่อไปนี้

- ความพึงพอใจอิสระ (Preferential independence) สมมุติว่าการเปรียบเทียบคุณค่าระหว่างสองปัจจัย ไม่มีผลกระทบต่อกัน

- อรรถประโยชน์อิสระ (Utility independence) สมมุติว่าค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยมีความเป็นอิสระต่อกัน

- กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับแต่ละปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการประเมิน ซึ่งน้ำหนักความสำคัญดังกล่าวสามารถหาได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์โดยสมการถดถอย การใช้ดุลยพินิจส่วนบุคคลของผู้ประเมินแต่ละคน หรือ การพิจารณาเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญระหว่างสองปัจจัย เป็นต้น
- ผลของการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะสะท้อนทัศนคติของผู้ประเมินที่มีต่อความเสี่ยงออกมา โดยแบ่งออกได้เป็นสามประเภท คือ ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality) และทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion)
- หลังจากทำการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัยแล้ว ต้องทำการประเมินสเกลการวัดค่าคงที่ เพื่อแสดงความเชื่อถือได้ในการนำมาใช้งาน เช่น อรรถประโยชน์ของผู้รับเหมาประสบการณ์ 10 ปี ควรมีค่าเท่ากันทุกราย
- การประเมินทางเลือกแต่ละทาง ค่าของแต่ละปัจจัยจะถูกแปลงเป็นค่าอรรถประโยชน์ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย โดยใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่ได้มาจากขั้นตอนข้างต้น ต่อจากนั้นจะนำค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยคูณด้วยน้ำหนักความสำคัญ แล้วจึงหาผลรวมเป็นค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด ซึ่งจะพิจารณาโดย ทางเลือกที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสูงสุดคือทางเลือกที่ดีที่สุด
- ต้องทำการทดสอบความสอดคล้องของค่าอรรถประโยชน์ (Consistency test) เทียบกับความพึงพอใจของผู้ทำการตัดสินใจอีกครั้ง ถึงแม้ว่าฟังก์ชั่นของค่าอรรถประโยชน์จะได้จากขั้นตอนที่กล่าวไว้ข้างต้นก็ตาม แต่ฟังก์ชั่นของค่าอรรถประโยชน์อาจจะไม่สามารถแทนถึงความพึงพอใจของผู้ทำการตัดสินใจได้อย่างแท้จริง อาจเนื่องมาจาก การคำนวณที่ผิดพลาด, ความผิดพลาดจากการตัดสินใจ, การเปลี่ยนทัศนคติและแนวความคิดของผู้ตัดสินใจหรือการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในปัจจุบัน ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถทำการตั้งเป็นตัวอย่างสมมุติเพื่อทำการทดสอบได้

จากทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองให้สามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมินได้ แต่การประเมินหรือคัดเลือกผู้ออกแบบส่วนมากจะทำโดยกลุ่มบุคคลหรือคณะกรรมการผู้ได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนเพื่อทำการพิจารณาคัดเลือก ซึ่งส่งผลให้ผู้ประเมินแต่ละคนอาจให้น้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน รวมถึงใช้ปัจจัยในการประเมินที่แตกต่างกัน ทำให้อาจเกิดการถกเถียงกันได้ว่า ควรใช้น้ำหนักความสำคัญที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัจจัยเป็นเท่าใด หรือควรใช้

ปัจจัยใดบ้างในการประเมินผู้ออกแบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวถือได้ว่าเป็นข้อจำกัดในการประเมินโดยใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถรวมการตัดสินใจของผู้ประเมินหลายคนได้ ซึ่งในการลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social welfare function) มาเพื่อใช้รวบรวมผลการประเมินจากผู้ประเมินทุกคนเพื่อหาผลสรุปในการประเมินได้ โดยรายละเอียดของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนจะได้กล่าวต่อไป

3.3 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social Welfare Function)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ถึงลักษณะการประเมินผู้ออกแบบโดยทั่วไปนิยมทำการประเมินและคัดเลือกโดยใช้กลุ่มคนที่เป็นตัวแทนเพื่อทำการคัดเลือก เช่น คณะผู้ถือหุ้น, คณะกรรมการ เป็นต้น และเพื่อให้การตัดสินใจโดยรวมสามารถครอบคลุมถึงความคิดเห็นของบุคคลทั้งหมดได้นั้น จึงได้เกิดวิธีการหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว ดังสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้ [12]

- การรวมค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคลเข้าทำการพิจารณา เช่น Social Welfare Function, Delphi, Maximize the minimum utility, and public hearing
- การขอผลสรุปจากความเห็นโดยรวม เช่น การขอคำตัดสินจากผู้ที่มีอำนาจสูงสุดในการตัดสินใจของกลุ่มผู้ทำการพิจารณาการตัดสินใจ
- การทำนายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากนโยบายการบริหาร เช่น Paretian analysis, Game theory, Voting Procedure

อย่างไรก็ตามในสังคมระบอบประชาธิปไตยนั้น การรวมความสนใจของกลุ่มสาธารณะชนมีลักษณะเป็นการรวบรวมแบบผสมผสาน (Combination) โดยทำการรวบรวมความสนใจของแต่ละบุคคลเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะแนวความคิดของทฤษฎีเศรษฐศาสตร์เพื่อกลุ่มคน (Welfare Economic Theory) และจากแนวความคิดในด้านดังกล่าวส่งผลให้เกิดการพัฒนาไปสู่ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนขึ้น โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเป็นแนวทางในการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มคนที่อยู่ในสังคมหนึ่ง ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของความพึงพอใจ นั่นคือค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจ ของแต่ละบุคคลในสังคมซึ่งฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนจะทำการรวมค่าความพึงพอใจของแต่ละบุคคลเข้าด้วยกัน และแสดงออกมาเป็นค่าความพึงพอใจรวมของกลุ่มคนที่อยู่รวมกันในสังคมนั้น โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนได้ถูกพัฒนาขึ้นแบ่งออกได้เป็น 3 ยุคหลัก ๆ คือ

3.3.1 ฟังก์ชั่นกลุ่มคนในช่วงยุคเก่า (Old welfare Function)

ฟังก์ชั่นกลุ่มคนยุคเก่าสามารถสรุปลักษณะได้คือ เป็นฟังก์ชั่นที่รวมค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจของบุคคล โดยมีรูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคเก่าตามสมการที่ 3.4

$$\text{Maximize } W=\sum_{i=1}^{p} U_i(x_i) \qquad (3.4)$$

โดย W คือ ค่าฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

$U_i(x_i)$ คือ ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคน

p คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

x คือ ปัจจัย

โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคเก่ามีสมมุติฐานหลักดังต่อไปนี้

- ค่าอรรถประโยชน์เป็นค่าที่สามารถวัดได้
- ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคลเป็นค่าที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เช่น สามารถรวมค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคลเข้าด้วยกันได้ เป็นต้น

และสามารถขยายความหมายของสมการที่ 3.4 ให้เข้าใจมากขึ้น โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการที่ 3.5 ดังนี้

$$\text{Maximize } W(\lambda) = \sum_{i=1}^{p} \lambda_i U_i(x_i) \qquad (3.5)$$

โดย $W(\lambda)$ คือ ค่าสำหรับกลุ่มคนที่รวมน้ำหนักความสำคัญ

λ_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละคน โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ขึ้นไป แต่ไม่สามารถให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละบุคคลแตกต่างกันได้

3.3.2 ฟังก์ชั่นกลุ่มคนในช่วงยุคใหม่ (New welfare function)

แนวความคิดของฟังก์ชั่นกลุ่มคนช่วงยุคใหม่ตั้งอยู่บนงานวิจัยของ Pareto [13] ซึ่งเปลี่ยนแนวคิดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบจำนวนนับ (Cardinal utility function) มาใช้ "เส้นโค้งเป็นกลาง" (Indifference curve) และ "Pareto's optimally" แทน โดยสามารถแทนได้ด้วยสมการที่ 3.6 ดังนี้

$$\text{Maximize } W(\lambda)=\sum_{i=1}^{p} \lambda_i U_i(x_i) \qquad (3.6)$$

โดยที่ จะทำให้เป็น Pareto's optimal ได้เมื่อ λ_i มีค่ามากกว่า 0 ซึ่งหมายถึงว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละคนต้องมีค่ามากกว่า 0 และผู้ประเมินทุกคนมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน

3.3.3 ฟังก์ชั่นกลุ่มคนในช่วงยุคปัจจุบัน (Modern welfare function)

ฟังก์ชั่นกลุ่มคนในยุคปัจจุบัน เป็นการรวมแนวคิดของทั้ง 2 ยุคข้างต้นเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งลักษณะของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนสามารถแสดงออกมาคล้ายกับฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่พิจารณาหลายปัจจัย ซึ่งแสดงได้ในรูปแบบทั่วไปดังสมการที่ 3.8 คือ

$$W[U_1(x_1), U_2(x_2),..., U_p(x_p)] \qquad (3.8)$$

แต่ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในยุคปัจจุบันจะแตกต่างกับฟังก์ชั่ยสำหรับกลุ่มคนใน 2 ยุคแรกตรงที่การให้น้ำหนักความสำคัญ โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในยุคปัจจุบันนี้สามารถให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ผู้ประเมินแต่ละคนไม่เท่ากันได้ ทำให้รูปแบบของการตัดสินใจมีความสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นในฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบันจะใช้การประมาณค่าอรรถประโยชน์ออกมาเป็นน้ำหนักความสำคัญที่สามารถรวใกันได้ โดยสามารถแสดงรูปแบบได้ดังสมการที่ 3.9 คือ

$$\sum_{i}^{p} \lambda_i U_i(x_i) \qquad (3.9)$$

โดย $U_i x_i$ คือ ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ประเมินแต่ละคนที่มีต่อปัจจัย

λ_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละคน

p คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

x คือ ปัจจัยที่ใช้ประเมิน

3.3.4 รูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนที่ใช้ในงานวิจัยนี้

จากที่กล่าวข้างต้นถึงรายละเอียดของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในแต่ละยุค เพื่อนำมาพัฒนาและปรับใช้งานกับงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเพื่อประเมินและคัดเลือกผู้ออกแบบโดย การรวมค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจรวมของผู้ตัดสินใจแต่ละที่มีความคิดแตกต่างกันได้ โดยจากการศึกษาของ ภัคพงษ์ เหลืองบงกช [11] ได้เสนอรูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนดังกล่าวดังสมการที่ 3.10 ดังต่อไปนี้

$$\text{Maximize } U(w) = \sum_{i=1}^{q} w_i U_i \qquad (3.10)$$

โดย U คือ ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

w คือ เวกเตอร์สำหรับน้ำหนักความสำคัญ

w_i คือ น้ำหนักความสำคัญของแต่ละบุคคล

U_i คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคล

q คือ จำนวนของผู้ประเมิน

3.4 บทวิเคราะห์

ในการคัดเลือกผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณารวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินแต่ละคน ซึ่งแนวความคิดในการรวมความเสี่ยงดังกล่าวเข้าในการประเมิน สามารถทำได้โดยการใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เข้ามาเพื่อจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งลักษณะฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่พิจารณาใช้เพื่อทำการคัดเลือกผู้ออกแบบนี้จะใช้ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย ชนิดถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากสามารถจัดการกับการประเมินโดยพิจารณาได้ทีละหลายปัจจัยและสามารถเปรียบเทียบและทำการหาผลรวมของค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจากการประเมินได้ แต่อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปการประเมินเพื่อคัดเลือกผู้ออกแบบนิยมทำการประเมินโดยใช้กลุ่มบุคคล หรือผู้ได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนในการประเมินผลและทำการคัดเลือก ซึ่งการที่มีผู้ประเมินผลมากกว่าหนึ่งคน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในแนวคิดของแต่ละคน เช่น ความคิดด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประเมินผู้ออกแบบ น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน และรวมถึงค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจที่ให้กับแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัยนั้นมีข้อจำกัดที่สามารถดำเนินการได้โดยพิจารณาผู้ประเมินได้เพียงคนเดียวเท่านั้น ดังนั้นเพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน ในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนมาเพื่อเป็นพื้นฐานของแนวความคิดและการพัฒนาฟังก์ชั่นดังกล่าวให้เป็นแบบจำลองเพื่อทำการประเมินผู้ออกแบบได้ต่อไป เนื่องจากจุดเด่นของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนสามารถจัดการกับแนวความคิดของบุคคลหรือผู้ประเมินได้ครั้งละหลายคน ทั้งนี้รายละเอียดและขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินผู้ออกแบบจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง

4.1 บทนำ

จากการทบทวนวรรณกรรมจากบทที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่า มีผู้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำการประเมินผู้ออกแบบหลายราย และได้แสดงถึงแบบจำลองและวิธีการคัดเลือกที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีและข้อจำกัดที่ต่างกันออกไป โดยในส่วนของข้อจำกัดสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- แบบจำลองส่วนใหญ่สามารถรองรับการประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินเพียง 1 คน
- บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมิน
- การประเมินผลต้องใช้ปัจจัยทุกปัจจัยจากที่แบบจำลองกำหนด ทำให้แบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองขึ้น โดยแบบจำลองดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility Function) เนื่องจากการประเมินผลโดยใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์สามารถคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น และใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Theory of Social Welfare Function) เพื่อให้แบบจำลองสามารถประเมินผลได้เมื่อมีผู้ประเมินผลมากกว่า 1 คน โดยแบบจำลองดังกล่าวนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยลดความยากในการคำนวณและประเมินผลผู้ออกแบบและยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ การพัฒนาโปรแกรมนี้ ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลักในการทำงาน คือ ส่วนของการคำนวณและการประเมินผล เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณ จะใช้โปรแกรม Microsoft Excel เป็นพื้นฐานในการทำงาน และส่วนของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้โปรแกรมในการประเมินผลและส่วนการคำนวณได้พัฒนาบนโปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) ในส่วนของกระบวนการของแบบจำลอง ขั้นตอนการทำงาน ขั้นตอนการใช้งาน จะถูกกล่าวต่อไป

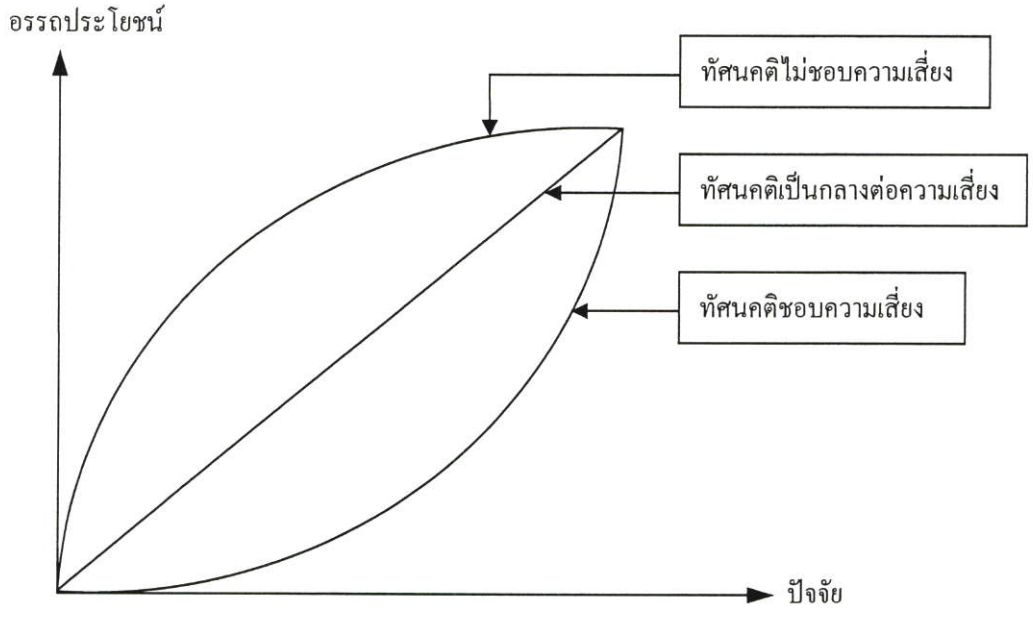
4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง

จากที่ได้กล่าวข้างต้นถึงแนวทางการลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่มีอยู่ โดยการนำทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนมาใช้นั้น ในส่วนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์ และการประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในการประเมินผู้ออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์

เนื่องจากฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เป็นการประเมินผลโดยคำนึงถึงความเสี่ยง ที่เกิดจากความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมิน ทำให้การหาค่าอรรถประโยชน์เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก ดังนั้นในส่วนนี้จะอธิบายลักษณะของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และการหาค่าอรรถประโยชน์จากฟังก์ชั่นในแต่ละลักษณะดังต่อไปนี้

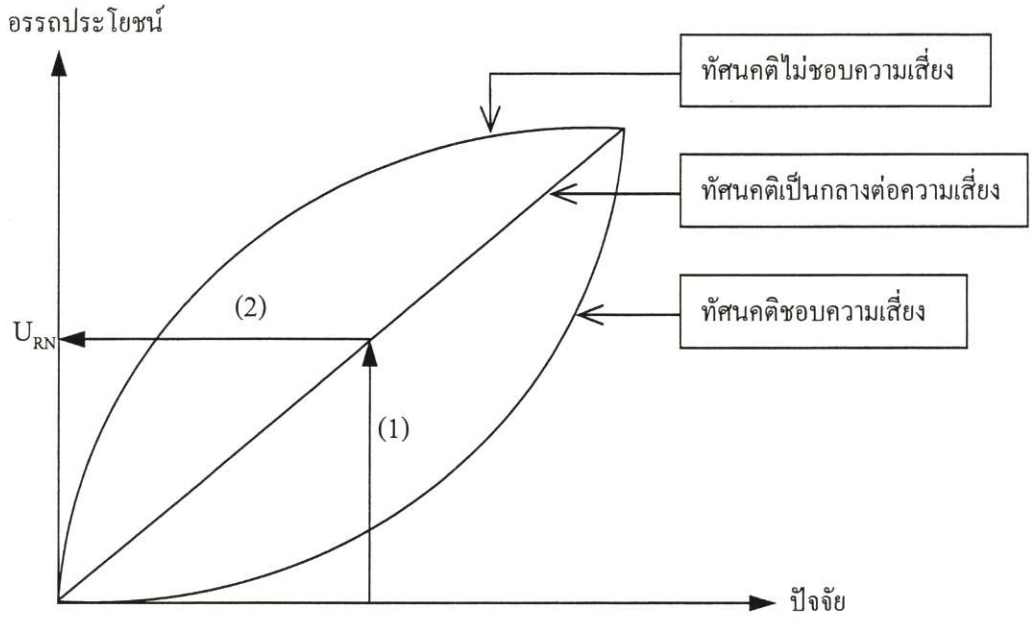
ลักษณะของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ถูกจำแนกโดยแบ่งออกตามลักษณะทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมินผล โดยแบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ (1) ผู้ประเมินมีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk Neutral) (2) ผู้ประเมินมีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion) (3) ผู้ประเมินมีทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) [10] โดยในการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ตามลักษณะทัศนคติของผู้ประเมินแต่ละประเภทได้แสดงไว้แล้วจากบทก่อนหน้า ซึ่งสามารถแสดงลักษณะของกราฟฟังก์ชั่นได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ตามลักษณะทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ประเมิน

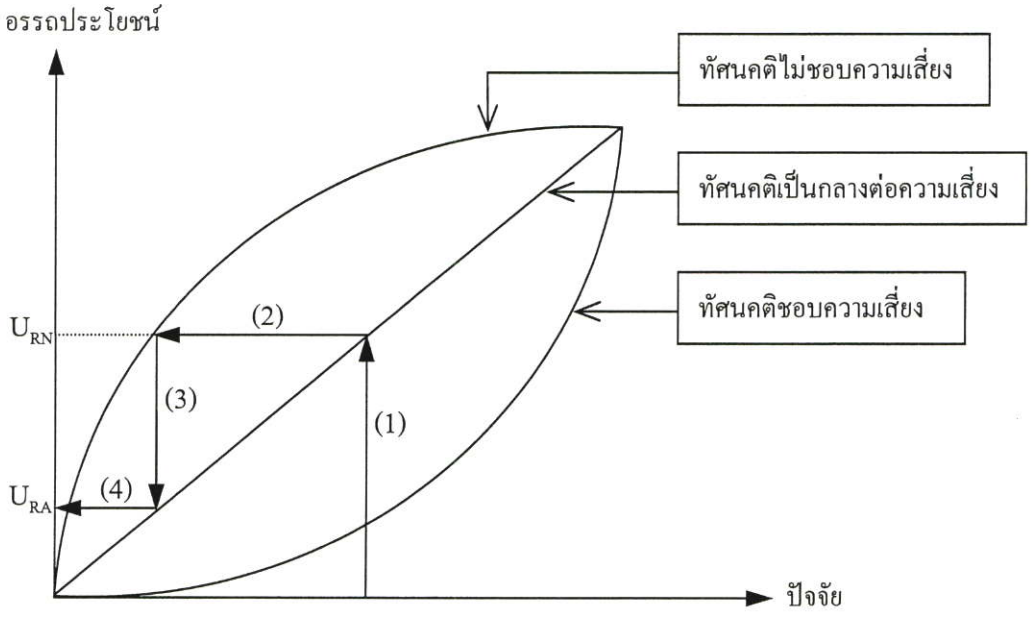
จากลักษณะกราฟข้างต้นสามารถแสดงขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์ตามลักษณะทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงที่ต่างกันของผู้ประเมินได้ดังนี้

- ผู้ประเมินมีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง นั่นคือเมื่อไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นนั้น ค่าอรรถประโยชน์ U_{RN} ที่เป็นไปได้จะลากจากแกนปัจจัยตัดกราฟบนเส้น ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง ไปยังแกนอรรถประโยชน์ ดังแสดงขั้นตอนได้ตามรูปที่ 4.2



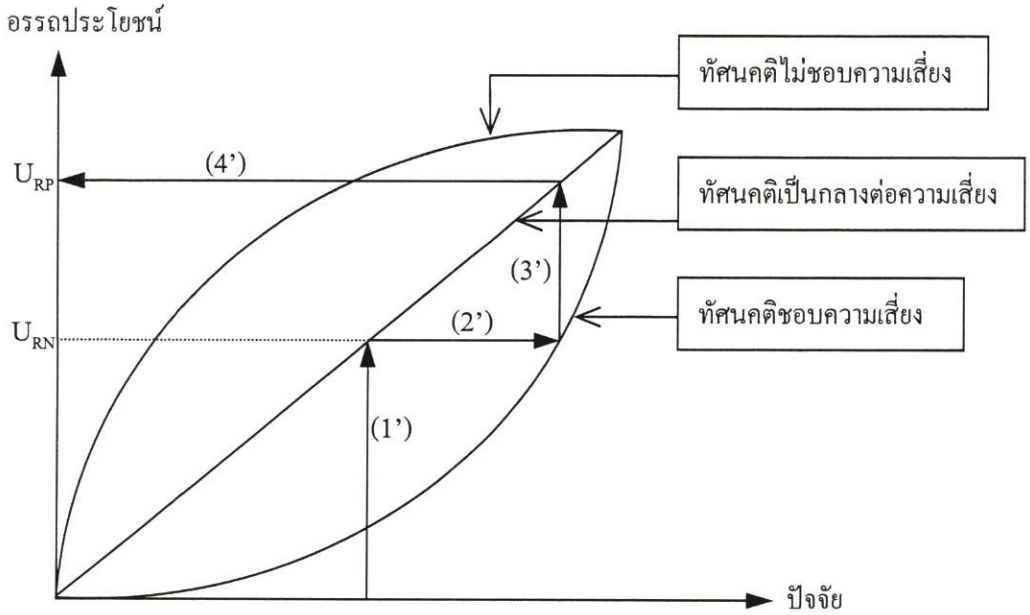
รูปที่ 4.2 การหาค่าอรรถประโยชน์ สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง

- ผู้ประเมินมีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง ซึ่งขอแทนค่าอรรถประโยชน์ในลักษณะนี้ว่า U_{RA} ซึ่งค่า U_{RA} นั้นจะมีค่าต่ำกว่า U_{RN} เสมอ ดังนั้นสามารถแสดงขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์ตามลักษณะนี้ได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การหาค่าอรรถประโยชน์ สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง

- ผู้ประเมินมีทัศนคติชอบความเสี่ยง โดยจะขอแทนค่าอรรถประโยชน์ตามลักษณะทัศนคติชนิดนี้ เป็น U_{RP} โดยจะมีค่ามากกว่า U_{RA} เสมอ ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์ดังกล่าวนี้ได้ตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การหาค่าอรรถประโยชน์ สำหรับผู้ประเมินที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง

ซึ่งจากขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์ที่แสดงข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

- ผู้ประเมินที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง ควรให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่า U_{RN}
- ผู้ประเมินที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง ควรให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่า U_{RN}

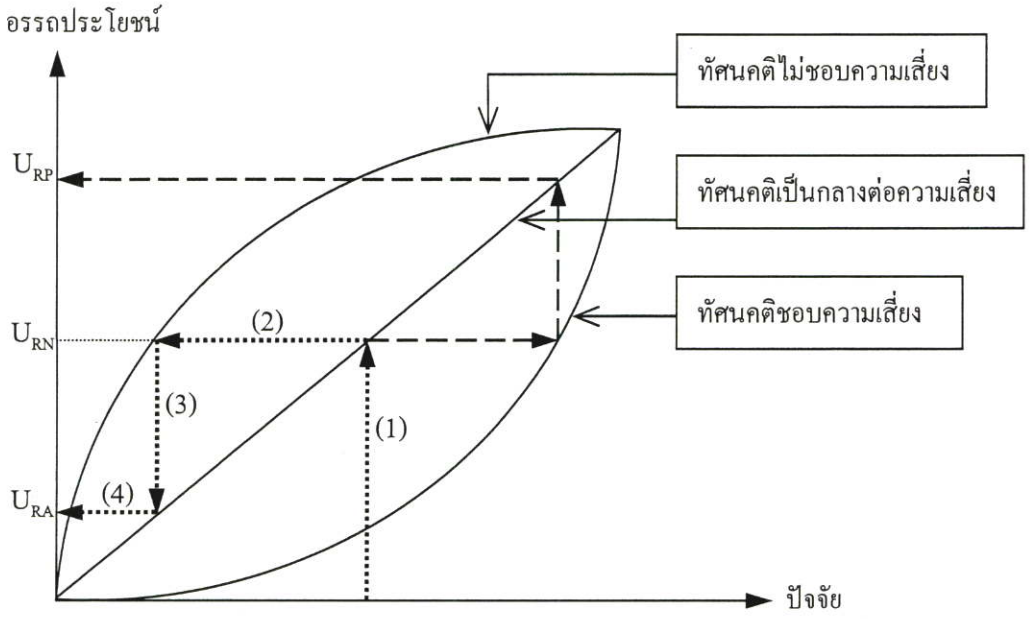
แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นนั้นยังมีความยุ่งยากในการหาค่าอรรถประโยชน์อยู่ ดังนั้นเพื่อความง่ายในการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับประเมินผู้ออกแบบ ผู้ประเมินสามารถทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

(ก) คิดถึงค่าคะแนนที่ควรได้ของแต่ละปัจจัย สำหรับบริษัทผู้ออกแบบที่กำลังพิจารณา โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเสี่ยง

(ข) คิดถึงความเสี่ยงของการเลือกแต่ละบริษัทผู้ออกแบบที่กำลังพิจารณา โดยความเสี่ยงดังกล่าวนี้มีผลมาจากปัจจัยภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ สถานการณ์ทางการเมือง สถานะการแข่งขันของตลาดในขณะนั้น เป็นต้น

(ค) ให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัย ตามทัศนคติของผู้ประเมินที่มีต่อความเสี่ยง โดย หากผู้ประเมินเป็นคนไม่ชอบความเสี่ยง ดังนั้นควรให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่าที่ให้ไว้ตามข้อ (ก) แต่ถ้าผู้ประเมินมีทัศนคติที่ชอบ

ความเสี่ยง ดังนั้นค่าอรรถประโยชน์ที่ควรให้จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ให้ไว้ตามข้อ (ก) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.5 นั่นคือ



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์

4.2.2 การประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

ในการนำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการประเมินผู้ออกแบบนั้น ทำได้โดยรวมค่าอรรถประโยชน์จากการประเมินบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท ของผู้ประเมินทุกรายเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำผลรวมทั้งหมดดังกล่าวมาเรียงลำดับเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการประเมิน โดยบริษัทผู้ออกแบบที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุดคือบริษัทที่มีความสามารถใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ประเมินโดยรวมมากที่สุด ซึ่งแนวทางการคำนวณดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

- รูปแบบของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จากการรวมปัจจัยเข้าด้วยกันโดยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Additive) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$U_{D_{kj}} = \sum_{i=1}^{N} W_i^{norm} U_i \qquad (4.1)$$

โดย $U_{D_{kj}}$ คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ประเมินคนที่ k สำหรับบริษัทผู้ออกแบบ j

U_i คือ ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย

N คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

W_i^{norm} คือ น้ำหนักปรับปรุงของแต่ละปัจจัยเพื่อการประเมินสำหรับผู้ประเมินแต่ละคน ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.2 นั่นคือ

$$W_i^{norm} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{N} w_i} \times 100\% \qquad (4.2)$$

โดย w_i คือ น้ำหนักของแต่ละปัจจัย

N คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

และเมื่อคำนวณหาค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ประเมินแต่ละรายได้แล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการหาผลรวมค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ประเมินแต่ละรายเข้าด้วยกัน สำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยสามารถทำได้โดยนำเอาทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

- การประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน เป็นการรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ประเมินเอาไว้ในการพิจารณาในกรณีที่มีผู้ประเมินมากกว่า 1 คน ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปแบบของสมการได้ดังสมการที่ 4.3 คือ

$$U_D = \sum_{k=1}^{q} W_k^{norm} U_{D_{kj}}, \; j = 1,2,3,..., L \qquad (4.3)$$

โดย U_D คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมเพื่อใช้ประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ

$U_{D_{kj}}$ คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ประเมินคนที่ k สำหรับบริษัทผู้ออกแบบ j

q คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

L คือ จำนวนบริษัทผู้ออกแบบทั้งหมด

W_k^{norm} คือ น้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละราย ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (4.4) นั่นคือ

$$W_k^{norm} = \frac{W_k}{\sum_{k=1}^{q} W_k} \times 100\% \qquad (4.4)$$

โดย W_k^{norm} คือ น้ำหนักความสำคัญที่ปรับปรุงแล้วของผู้ประเมินคนที่ k

W_k คือ น้ำหนักความสำคัญตามพิจารณาของผู้ประเมินคนที่ k

q คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบ

กระบวนการของแบบจำลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ซึ่งประกอบด้วย

4.3.1: การประเมินความสามารถผู้ออกแบบ ประกอบด้วย 4 กระบวนการดังนี้

- กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมิน: ในกระบวนการนี้ เป็นการตกลงกันสำหรับผู้ประเมินแต่ละคนเพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับตนเอง โดยอาจพิจารณาตาม ตำแหน่งหน้าที่ มูลค่าของหุ้นที่ถือ เป็นต้น โดยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญสามารถกำหนดได้อยู่ในช่วง 10, 20, 30, …, 100 โดย 10 คือผู้ที่มีความสำคัญต่ำสุด ไปจนถึง 100 คือผู้ที่มีความสำคัญสูงที่สุด สำหรับการประเมินบริษัทผู้ออกแบบแต่ละโครงการ แต่เนื่องจากการใส่น้ำหนักความสำคัญสำหรับผู้ประเมินแต่ละราย อาจทำให้ผลรวมของน้ำหนักความสำคัญมีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่า 100% ดังนั้นแบบจำลองจะต้องทำการปรับปรุงค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับผู้ประเมินแต่ละรายให้เป็นน้ำหนักความสำคัญปรับปรุง (normalize weight) ให้น้ำหนักความสำคัญรวมของผู้ประเมินทุกรายมีค่าเป็น 1 หรือ 100% โดยทำการคำนวณตามสมการที่ 4.4

- กระบวนการเลือกปัจจัย: ในกระบวนการนี้ แบบจำลองจะแสดงแนวทางการประเมินผลแบ่งเป็น 3 แนวทาง คือ (1) ทำการประเมินผลโดยใช้ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แบบจำลองแนะนำ ซึ่งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้
  - (ก) การประสานงานโครงการ มีน้ำหนักความสำคัญ 15%
  - (ข) การเขียนแบบและจัดทำรายงาน มีน้ำหนักความสำคัญ 17%
  - (ค) การออกแบบ มีน้ำหนักความสำคัญ 51%
  - (ง) การบริหารจัดการ มีน้ำหนักความสำคัญ 11%
  - (จ) การตรวจสอบคุณภาพ มีน้ำหนักความสำคัญ 6%

  ซึ่งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญดังกล่าวข้างต้นนี้เป็นปัจจัยที่ถูกพัฒนามาจากงานวิจัยของ ไชยา สัจจารุ่งเรือง [5] ที่ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองจากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้น รวมถึงการทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ที่มีประสบการณ์จริงในการคัดเลือกผู้ออกแบบ ทั้งนี้หากผู้ประเมินผลมีความเห็นที่แตกต่างออกไปจะสามารถประเมินผลโดยเลือกขั้นตอนที่ (2) หรือ (3) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (2) ทำการประเมินผลโดยใช้ปัจจัยตามที่แบบจำลองแนะนำแต่ทำการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของผู้ประเมิน (3) ทำการประเมินผลโดยเปลี่ยนปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของผู้ประเมิน

- กระบวนการสมดุลปัจจัย: ในส่วนของการเลือกปัจจัยโดยใช้แนวทางที่ (2) หรือ แนวทางที่ (3) นั้น แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยอาจแตกต่างไปจากน้ำหนัก

ความสำคัญตามที่ปัจจัยแนะนำ ซึ่งส่งผลให้หากใส่ค่าน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของผู้ประเมินแล้วอาจทำให้น้ำหนักความสำคัญรวมทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าหรือเกินกว่า 100% ได้ แบบจำลองจึงได้พัฒนาขั้นตอนการปรับสมดุลของแต่ละปัจจัยเพื่อผลรวมของน้ำหนักความสำคัญทั้งหมดให้มีค่าเป็น 100% โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการ 4.2

- กระบวนการวัดปัจจัย: เป็นส่วนที่ผู้ประเมินทำการให้ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยแต่ละปัจจัยสำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยมีค่าอรรถประโยชน์อยู่ในช่วง 1 ถึง 10 โดย 1 หมายถึงค่าอรรถประโยชน์มีค่าต่ำที่สุด ไปจนถึง 10 หมายถึงค่าอรรถประโยชน์ที่มีค่าสูงที่สุด

เมื่อผู้ประเมินทั้งหมดพิจารณาให้ค่าอรรถประโยชน์กับบริษัทผู้ออกแบบแล้วเสร็จทุกราย แบบจำลองจะทำการคำนวณผลรวมของค่าอรรถประโยชน์รวมของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยการรวมค่าอรรถประโยชน์นั้นจะเป็นค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากการใส่ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ประเมินแต่ละรายที่อาจมีแนวทางเลือก การใส่ปัจจัยในการประเมินที่แตกต่างกันได้ ซึ่งการคำนวณผลรวมของปัจจัยดังกล่าวแสดงได้ตามสมการที่ 4.3

4.3.2: การประเมินผู้ออกแบบโดยรวม ซึ่งประกอบด้วยการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ และการประเมินราคา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลังจากที่ทำการประเมินความสามารถผู้ออกแบบแล้วเสร็จ หากผู้ประเมินมีความต้องการประเมินผู้ออกแบบในด้านราคาต่อเพื่อให้สามารถทราบถึงค่าอรรถประโดยรวมทั้งหมดของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ ซึ่งแบบจำลองจะทำการประเมินด้านราคาโดยมีกระบวนการประเมินดังต่อไปนี้

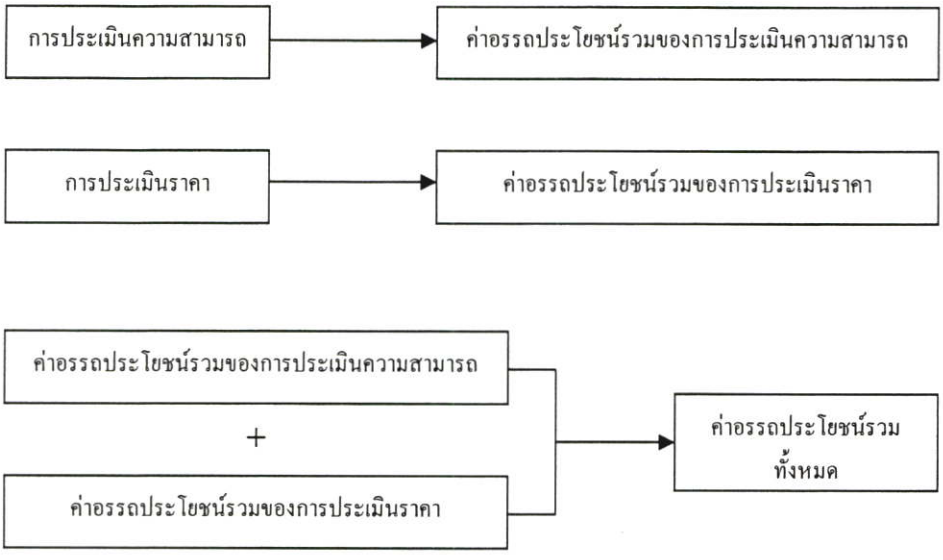
- กระบวนการสมดุลค่าความสำคัญระหว่างความสามารถต่อราคา: ในขั้นตอนนี้เป็นการให้ค่าอัตราส่วนความสำคัญระหว่างการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบต่อความสำคัญด้านการประเมินราคา โดยให้ผู้ประเมินพิจารณากำหนดความสำคัญระหว่างการประเมินความสามารถต่อราคาดังกล่าว โดยน้ำหนักความสำคัญของแต่ละส่วนมีค่า 10, 20, 30, 40, …, 100 ซึ่งการพิจารณาใส่ค่าความสำคัญนั้นแบบจำลองจะให้ผู้ประเมินใส่เฉพาะความสำคัญของการประเมินความสามารถเท่านั้น ส่วนความสำคัญในการประเมินราคาแบบจำลองจะปรับสมดุลเองให้ค่าความสำคัญรวมระหว่างการประเมินความสามารถต่อราคามีค่าเป็น 100% โดยใช้สมการที่ 4.5 ดังนี้

$$W_{BP}^{D_i} = 100 - W_{AB}^{D_i} \qquad (4.5)$$

โดย $W_{BP}^{D_i}$ คือ น้ำหนักความสำคัญด้านราคาของผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินคนที่ i

$W_{AB}^{D_i}$ คือ น้ำหนักความสำคัญด้านความสามารถของผู้ออกแบบให้โดยผู้ประเมินคนที่ i

- กระบวนการนำเสนอค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำสำหรับการประเมินผู้ออกแบบด้านราคา: ในการพิจารณาค่าอรรถประโยชน์ด้านราคานั้น เป็นการพิจารณาตามราคาที่เสนอของผู้ออกแบบแต่ละรายโดย แบ่งช่วงการใส่ค่าอรรถประโยชน์ตั้งแต่ 1 ถึง 10 ซึ่ง 1 หมายถึงค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด ซึ่งพิจารณาใช้กับบริษัทผู้ออกแบบที่เสนอราคาสูง ไปจนถึง 10 หมายถึงค่าอรรถประโยชน์สูงสุด ซึ่งพิจารณาใช้กับบริษัทผู้ออกแบบที่เสนอราคาต่ำ แต่เนื่องจากการใส่ค่าอรรถประโยชน์นั้นต้องพิจารณารวมความเสี่ยงเข้าไปด้วย ทำให้การพิจารณามีความยุ่งยากตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แบบจำลองจึงทำการประเมินผลและเสนอค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ โดยทำการคำนวณจากราคาเสนอรวมของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบแล้วทำการจัดลำดับและแบ่งช่วงของราคาทั้งหมด แล้วจึงคำนวณ ค่าเปอร์เซนต์ไทร์เพื่อหาค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ
- กระบวนการวัดค่าอรรถประโยชน์ด้านราคา: ในส่วนการประเมินราคาของบริษัทผู้ออกแบบนั้น จากค่าอรรถประโยชน์ที่แบบจำลองแนะนำสามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ ตามความเห็นของผู้ประเมินแต่ละราย ซึ่งเมื่อทำการใส่ค่าอรรถประโยชน์ครบแล้ว แบบจำลองจะทำการคำนวณค่าอรรถประโยชน์รวมของการประเมินด้านราคาสำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย และคำนวณค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด โดยหาผลรวมของค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินความสามารถและการประเมินราคาของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยแสดงขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย

การแสดงผลและพิมพ์ผล: เมื่อทำการประเมินผลแล้วเสร็จ แบบจำลองสามารถแสดงผลการประเมิน และพิมพ์ผลการประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประเมินบริษัทผู้ออกแบบต่อไป โดยผลการประเมินที่แสดงแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ประเมินเฉพาะความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ และส่วนที่ประเมินทั้งความสามารถและราคาของบริษัทผู้ออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **ส่วนประเมินเฉพาะความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ ประกอบด้วย**
  - ตารางแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ โดยเรียงลำดับจากบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุดไปจนถึงบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมต่ำสุด
  - ตารางแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมด้านราคาของบริษัทผู้ออกแบบ โดยเรียงลำดับจากบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุดไปจนถึงบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมต่ำสุด
  - กราฟแสดงผลเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ
- **ส่วนประเมินทั้งความสามารถและราคาของบริษัทผู้ออกแบบ ประกอบด้วย**
  - ตารางแสดงผลการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ เมื่อพิจารณาเฉพาะความสามารถ โดยแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมของแต่ละบริษัท เรียงลำดับตามค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด

- ตารางแสดงผลการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ เมื่อพิจารณาทั้งความสามารถและราคา โดยแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดของแต่ละบริษัท เรียงลำดับตามค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด
- กราฟแสดงผลเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์รวม เมื่อพิจารณาเฉพาะด้านความสามารถของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ
- กราฟแสดงผลเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด เมื่อพิจารณาทั้งด้านความสามารถและราคาของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ

โดยกระบวนการ การประเมินผู้ออกแบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

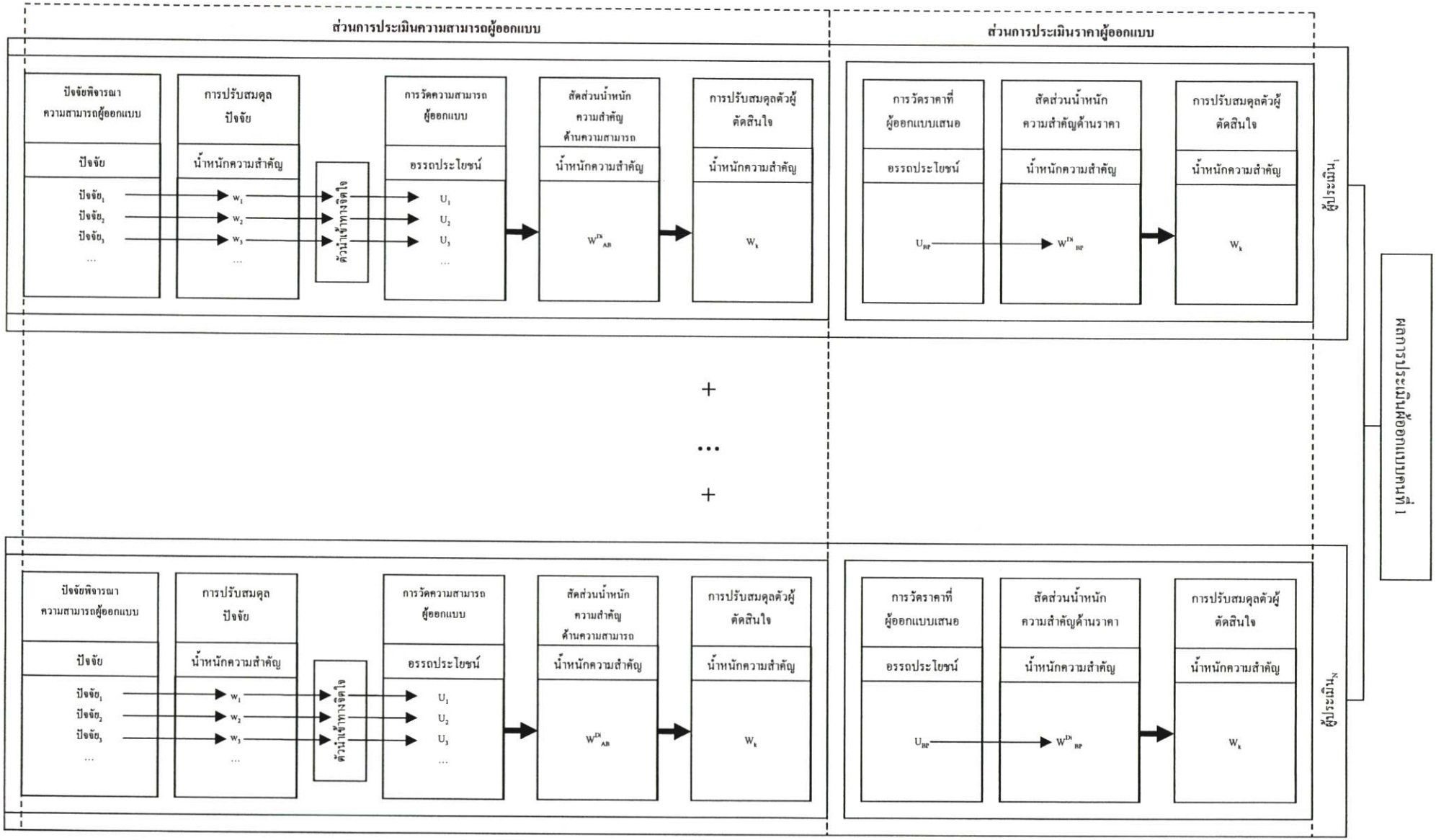
จากกระบวนการของแบบจำลองดังกล่าวได้นำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองออกเป็นโปรแกรม ดังจะกล่าวรายละเอียดต่อไป

4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบ

การพัฒนาแบบจำลองนี้ จะเป็นการออกแบบขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวนี้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยรายละเอียดขั้นตอนของการพัฒนาแบบจำลองสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบจะถูกแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ

- ขั้นตอนการกำหนดสถานการณ์การประเมิน ประกอบด้วย
  - (ก) เมนูใส่ชื่อบริษัทผู้ออกแบบทั้งหมดที่จะทำการประเมิน
  - (ข) เมนูใส่ข้อมูลของโครงการ ประกอบด้วย ชื่อโครงการ, ชื่อเจ้าของโครงการ และวันที่เริ่มโครงการ
  - (ค) เมนูใส่ข้อมูลของผู้ประเมิน ประกอบด้วย ชื่อและนามสกุลของผู้ประเมิน, น้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมิน (%) ซึ่งในการใส่ข้อมูลของผู้ประเมินนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวพันกับขั้นตอนการประเมินความสามารถบริษัทผู้ออกแบบ โดยเมื่อผู้ประเมินใส่รายละเอียดของตนเองแล้ว สามารถทำการประเมินบริษัทผู้ออกแบบได้ทันที โดยกดปุ่มเริ่มประเมินในเมนูเดียวกัน



รูปที่ 4.7 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการประเมินผู้ออกแบบ

- ขั้นตอนการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ ประกอบด้วย
  - (ก) เมนูการกำหนดปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยเมื่อเริ่มทำการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ แบบจำลองจะมีทางเลือกในการประเมินแบ่งเป็น 3 ทางเลือกประกอบด้วย
    - กรณียอมรับตามปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แบบจำลองแนะนำ
    - กรณียอมรับตามปัจจัยตามที่แบบจำลองแนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของผู้ประเมิน
    - กรณีต้องการเปลี่ยนปัจจัยบางตัวหรือทั้งหมด และเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยนั้น ตามความเห็นของผู้ประเมิน
  - (ข) เมนูการใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้ปัจจัย ของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ สำหรับผู้ประเมินแต่ละราย โดยหลังจากเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของการประเมินความสามารถผู้ออกแบบตามความเห็นของผู้ประเมินแล้ว ผู้ประเมินจะทำการใส่ค่าอรรถประโยชน์ตามปัจจัยที่พิจารณาสำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยแนวทางการใส่ค่าอรรถประโยชน์นั้นได้นำเสนอไว้แล้วข้างต้น
  - (ค) เมนูแสดงค่าอรรถประโยชน์รวม (ด้านความสามารถ) ของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบโดยเมนูนี้จะแสดงขึ้นหลังจากที่ผู้ประเมินทุกรายได้ประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบครบถ้วนทุกรายแล้ว ซึ่งการแสดงผลนี้จะแสดงแยกออกเป็น 2 เมนู เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ การแสดงผลสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้
    - แสดงค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถของผู้ออกแบบ จากผู้ประเมินผลรายบุคคล
    - แสดงค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถโดยเรียงลำดับ ของผู้ออกแบบ
  - (ง) พิมพ์ผลการประเมิน
- ขั้นตอนการประเมินความสามารถและราคาของบริษัทผู้ออกแบบ ประกอบด้วย
  - (ก) การใส่ราคาที่เสนอของบริษัทผู้ออกแบบ
  - (ข) การใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้กับราคา ของแต่ละบริษัทผู้ออกแบบ สำหรับผู้ประเมินแต่ละราย
  - (ค) แสดงผลการประเมินแต่ละบริษัทผู้ออกแบบโดยรวมทั้งหมด (ทั้งความสามารถและราคา)
  - (ง) พิมพ์ผลการประเมิน

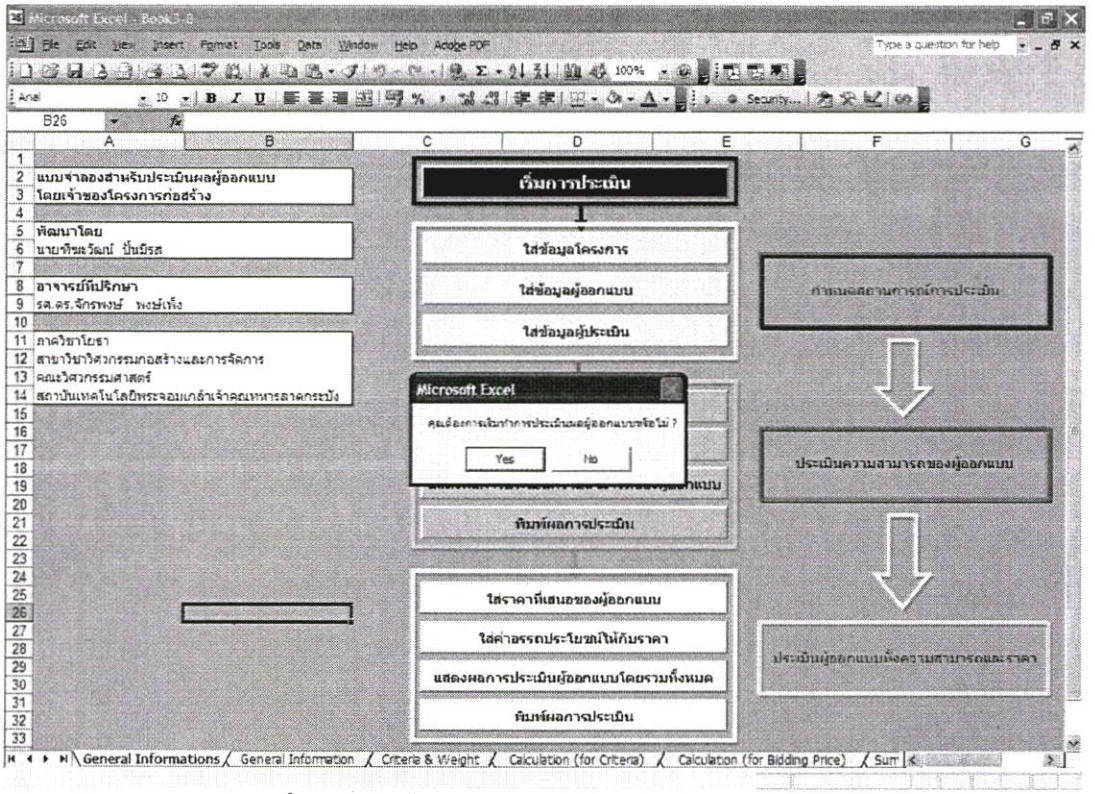
4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

หลังจากพัฒนากระบวนการ การทำงานของแบบจำลองออกเป็นโดยใช้แผนภูมิการไหล (Flow Chart Diagram) แล้วนั้น ในส่วนนี้จะแสดงถึงการนำกระบวนการดังกล่าวมาพัฒนาเป็นโปรแกรม โดยในส่วนของการพัฒนาจะแยกออกเป็น 2 ส่วนหลัก นั่นคือ ส่วนการคำนวณ และส่วนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับส่วนคำนวณ ซึ่งจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในส่วนของการคำนวณเนื่องจาก โปรแกรมดังกล่าวมีการใช้งานเป็นที่นิยมกว้างขวาง การพัฒนาชุดคำสั่งใช้งานง่าย มีความสามารถในการคำนวณสูง และง่ายต่อการแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติม ในส่วนของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ประเมินกับส่วนการคำนวณนั้น จะใช้โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวมีหลักการเขียนชุดคำสั่งที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้อง และโปรแกรมเป็นส่วนหนึ่งของ โปรแกรม Microsoft Excel ทำให้การใช้งานร่วมกันใช้หลักการเขียนพื้นฐานเดียวกันลดปัญหาการทำงานร่วมกันไม่ได้ ระหว่างแต่ละโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะอธิบายขั้นตอนการทำงานโดยละเอียดในลำดับต่อไป

ในส่วนของการเริ่มต้นการประเมินนี้ จะแสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นตอนในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

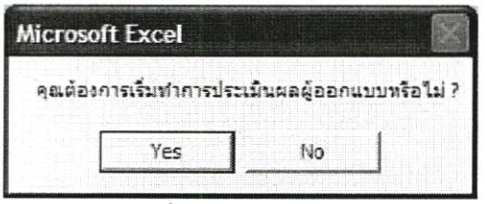
- การกำหนดสถานการณ์การประเมิน
- การประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ
- การประเมินผู้ออกแบบทั้งความสามารถและราคา

จากรูปที่ 4.8 แสดงหน้าเริ่มต้นของโปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบ



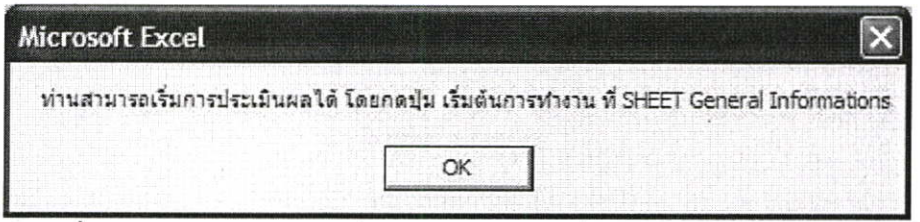
รูปที่ 4.8 หน้าเริ่มต้นของการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ

โดยเมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นจะพบกับกล่องคำถาม ดังรูปที่ 4.9 "คุณต้องการประเมินผู้ออกแบบหรือไม่?" ให้ตอบ Yes เพื่อเริ่มทำการประเมิน หรือ ตอบ No หากยังไม่ต้องการประเมิน



รูปที่ 4.9 กรอบข้อความเริ่มต้นทำการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ

โดยหากตอบ No แล้ว โปรแกรมจะแจ้งข้อความดังรูปที่ 4.10 ดังนี้

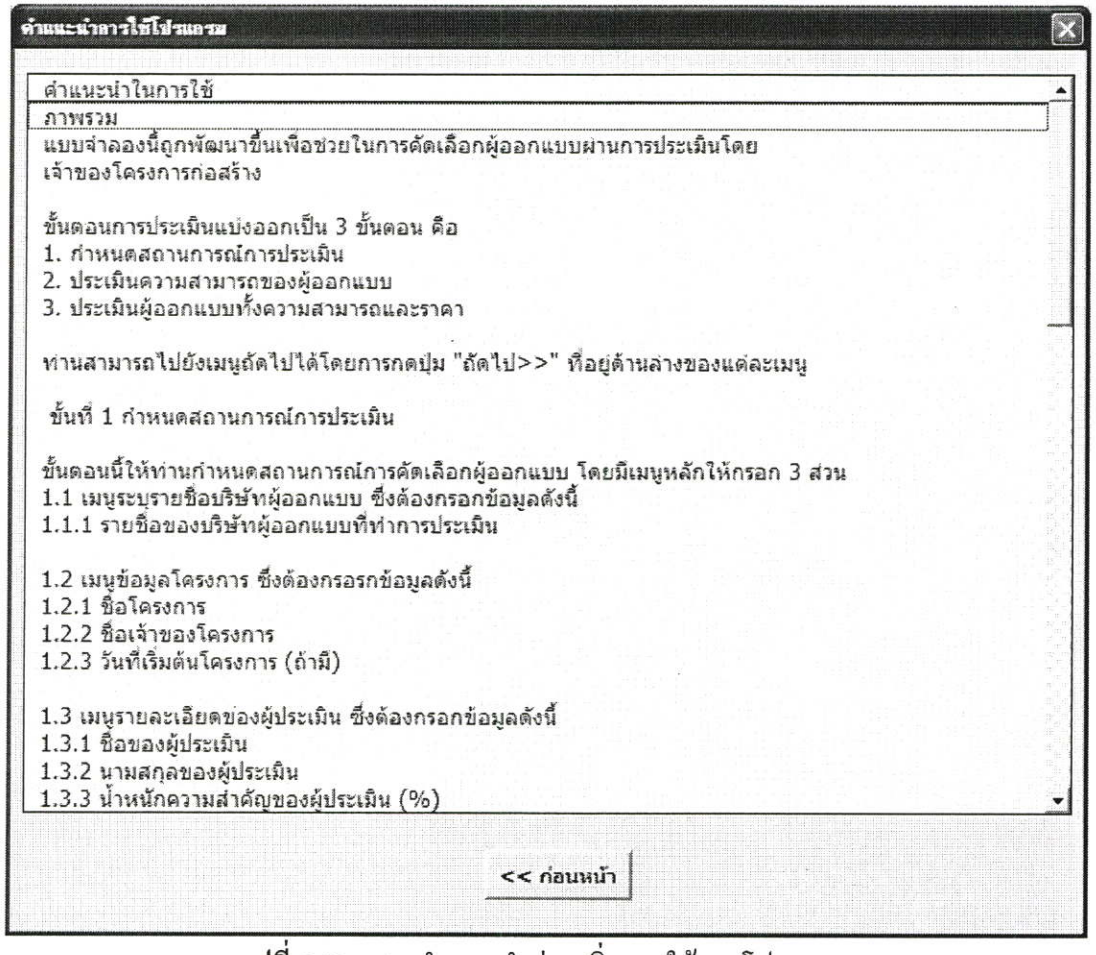


รูปที่ 4.10 กรอบข้อความวิธีเริ่มต้นการประเมิน เมื่อต้องการประเมินภายหลัง

ซึ่งหมายถึงว่าหากต้องการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ สามารถทำได้โดยกดปุ่ม เริ่มการประเมินผลซึ่งอยู่ด้านบนสุดของหน้าแรก ดังรูปที่ 4.11

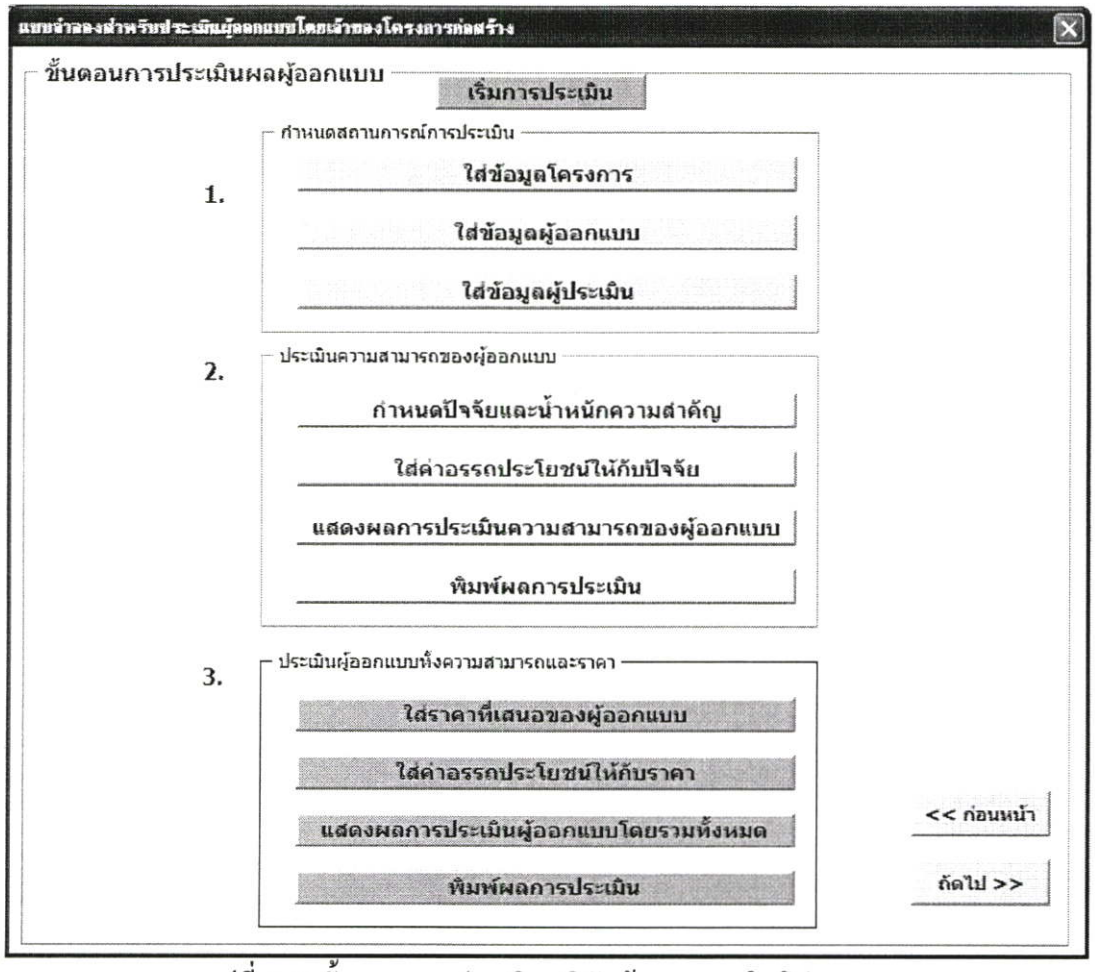
รูปที่ 4.11 ปุ่มกดเริ่มการประเมิน

ถ้าผู้ใช้ต้องการคำแนะนำการใช้งานของแบบจำลองสามารถ กดปุ่ม "คำแนะนำการใช้งาน" เพื่อแสดงรายละเอียดการใช้งานโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 4.12 ดังนี้



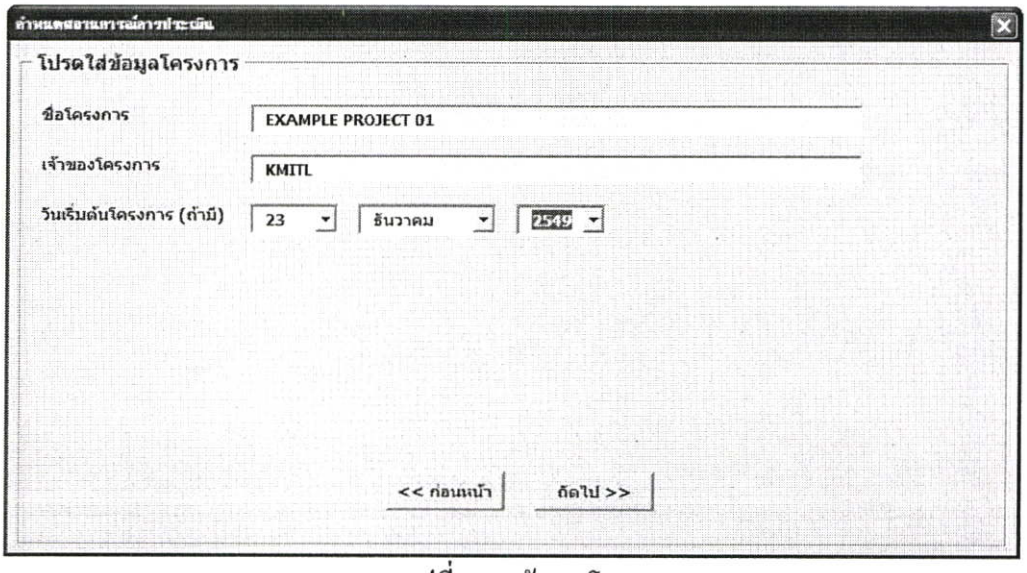
รูปที่ 4.12 แสดงคำแนะนำก่อนเริ่มการใช้งานโปรแกรม

ส่วนของการประเมินผล ในส่วนแรกจะอธิบายลำดับขั้นตอนการประเมินและทำการกำหนดสถานการณ์การประเมิน ดังแสดงในรูป 4.13 ซึ่งแบ่งขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลองออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

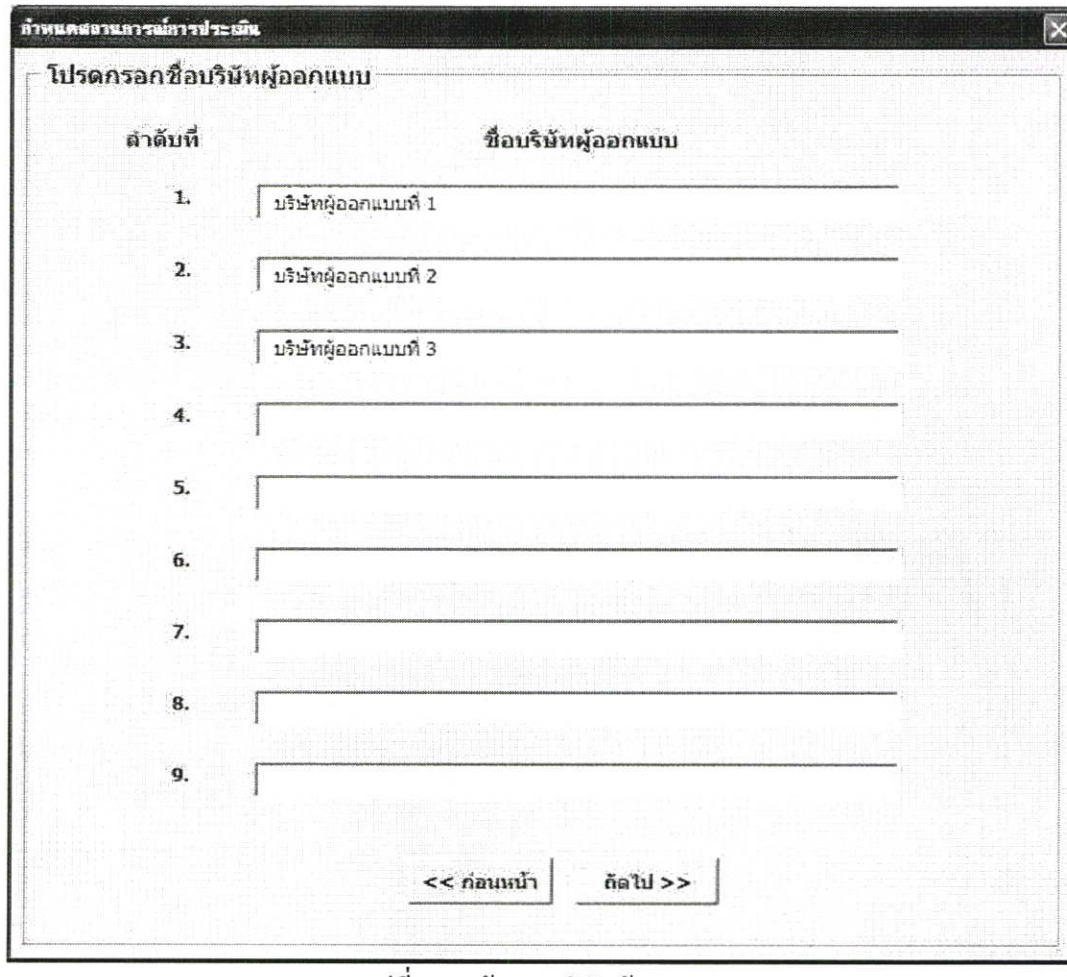


รูปที่ 4.13 ขั้นตอนการประเมินบริษัทผู้ออกแบบ ในโปรแกรม

4.5.1 การกำหนดสถานการณ์การประเมิน โดยเป็นการใส่ข้อมูลเบื้องต้นของการประเมิน ประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อเจ้าของโครงการ วันที่เริ่มโครงการ และชื่อบริษัทผู้ออกแบบ โดยโปรแกรมจะแสดงเมนูการรับข้อมูลจากผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15



รูปที่ 4.14 ข้อมูลโครงการ

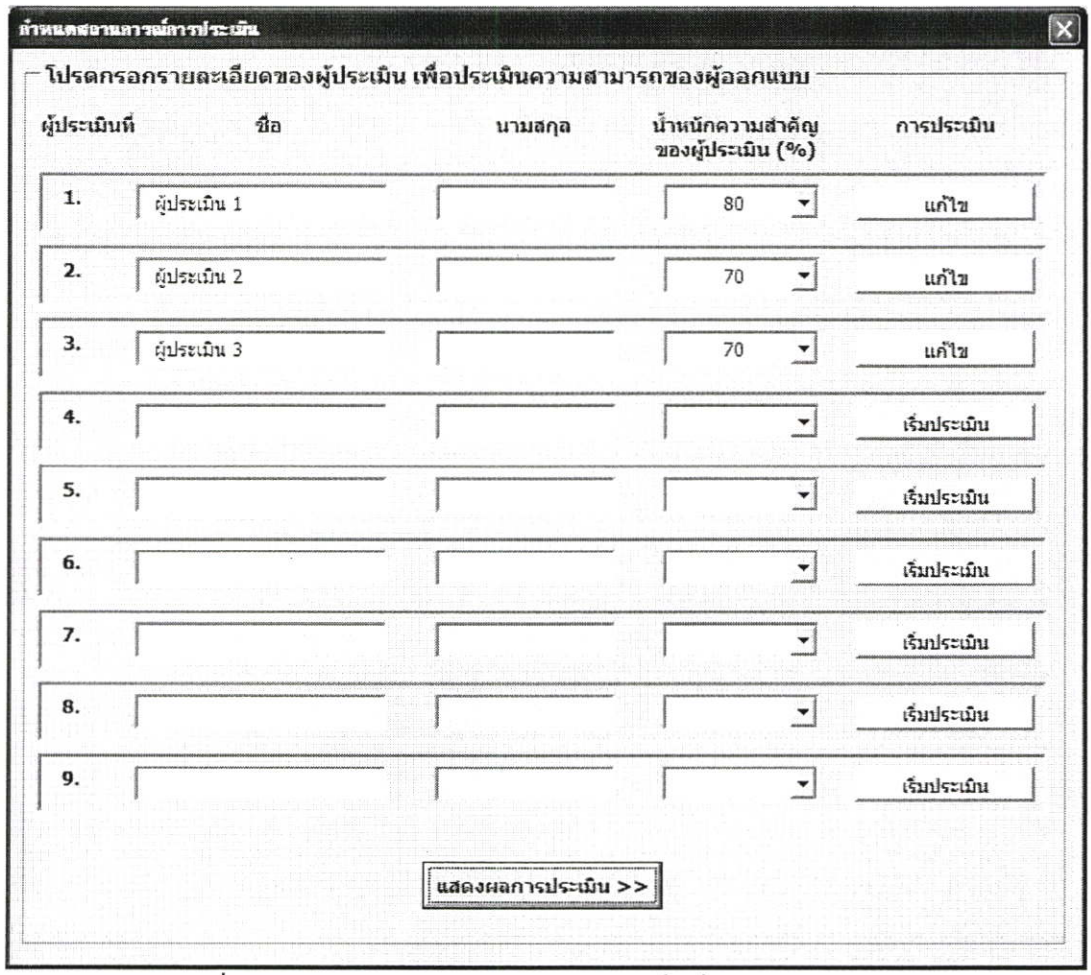


รูปที่ 4.15 ข้อมูลบริษัทผู้ออกแบบ

4.5.2 การประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ โดยขั้นตอนนี้จะเป็นส่วนของการประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านความสามารถ ซึ่งจะประกอบด้วย

- การใส่ชื่อผู้ประเมิน
- การใส่นามสกุลผู้ประเมิน
- การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมิน เป็นเปอร์เซ็นต์
- การประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ โดยกดปุ่ม “เริ่มประเมิน”

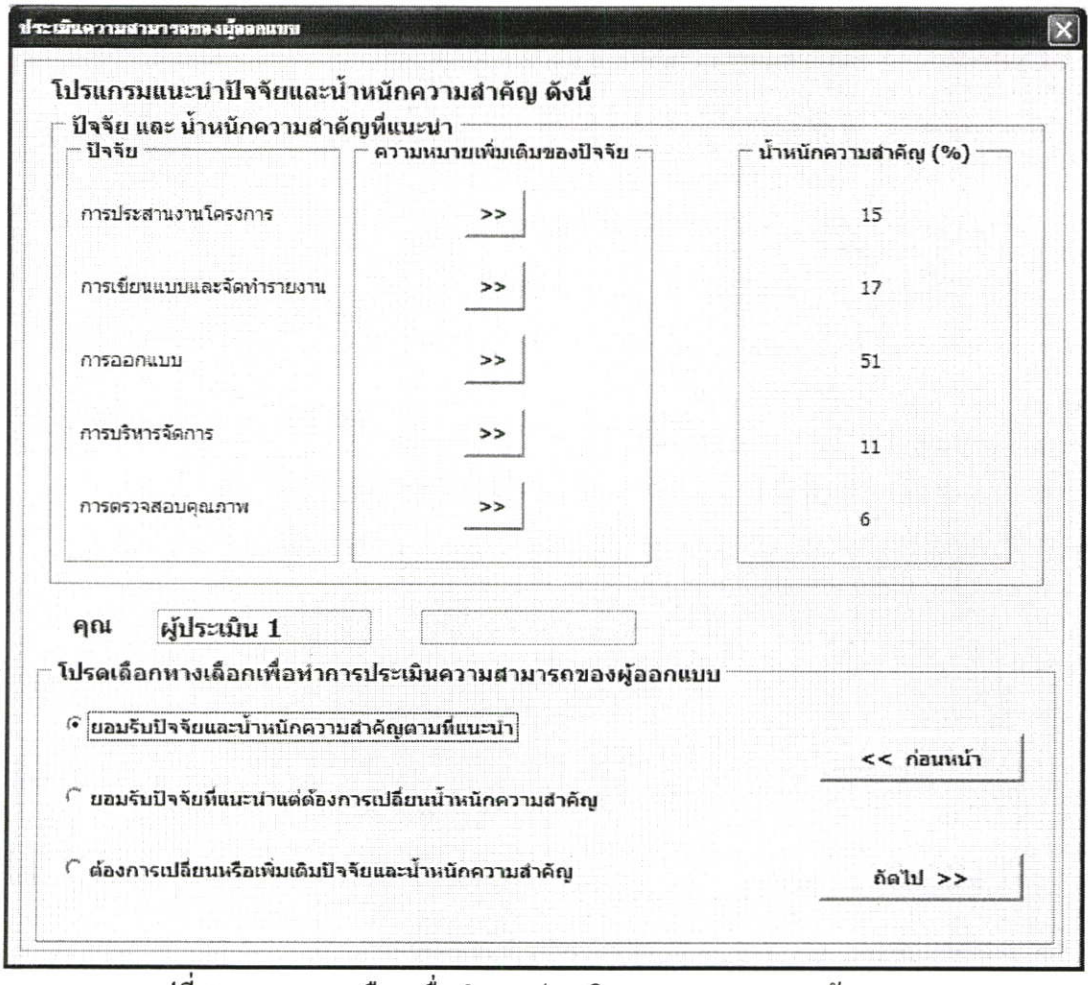
ซึ่งการใส่รายละเอียดดังกล่าวข้างต้นจะใส่ลงในเมนู “กำหนดสถานการณ์การประเมิน” ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ส่วนการใส่ข้อมูลของผู้ประเมินเพื่อเริ่มเข้าสู่การประเมิน

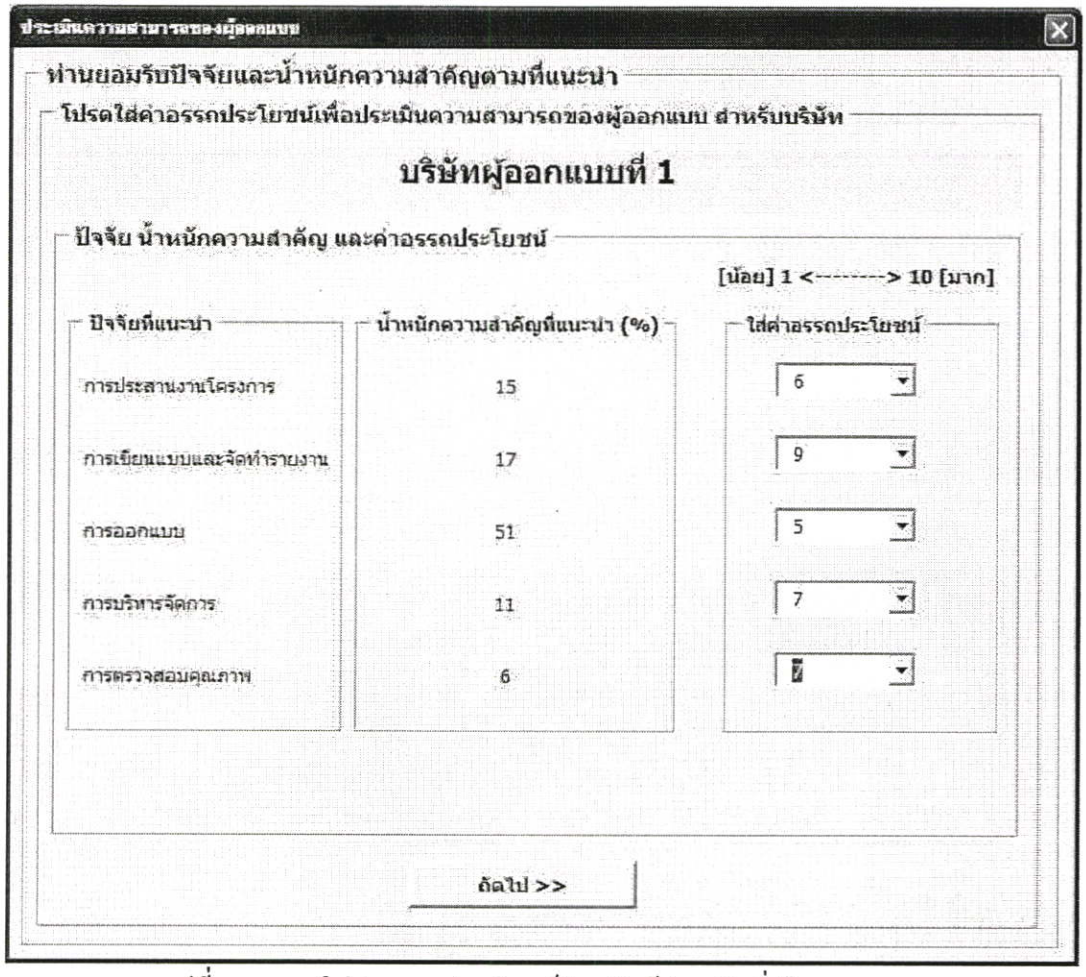
เมื่อเข้าสู่การประเมินแล้วผู้ประเมินสามารถ เลือกแนวทางการประเมินได้เป็น 3 แนวทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.17 นั่นคือ

- ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แนะนำ
- ยอมรับปัจจัยตามที่แนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญ
- ต้องการเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ



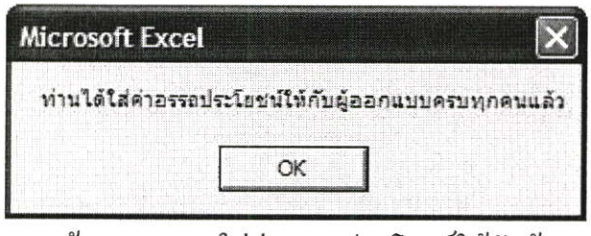
รูปที่ 4.17 แนวทางเลือกเพื่อทำการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ

จากรูปที่ 4.17 ในส่วนของทางเลือก การยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แนะนำ หมายถึงผู้ประเมินมีความเห็นว่าปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบตรงตามที่โปรแกรมแนะนำ ซึ่งในการประเมินความสามารถผู้ประเมินเพียงใส่ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย สำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย เพื่อประเมินเท่านั้น ดังรูปที่ 4.18



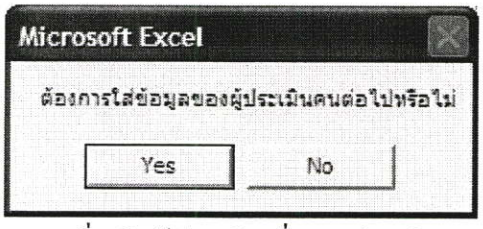
รูปที่ 4.18 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง "ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามที่แนะนำ"

เมื่อผู้ประเมินใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ออกแบบครบทุกราย โปรแกรมจะแจ้งว่า "ท่านได้ใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้กับผู้ออกแบบครบทุกคนแล้ว" ดังรูปที่ 4.19



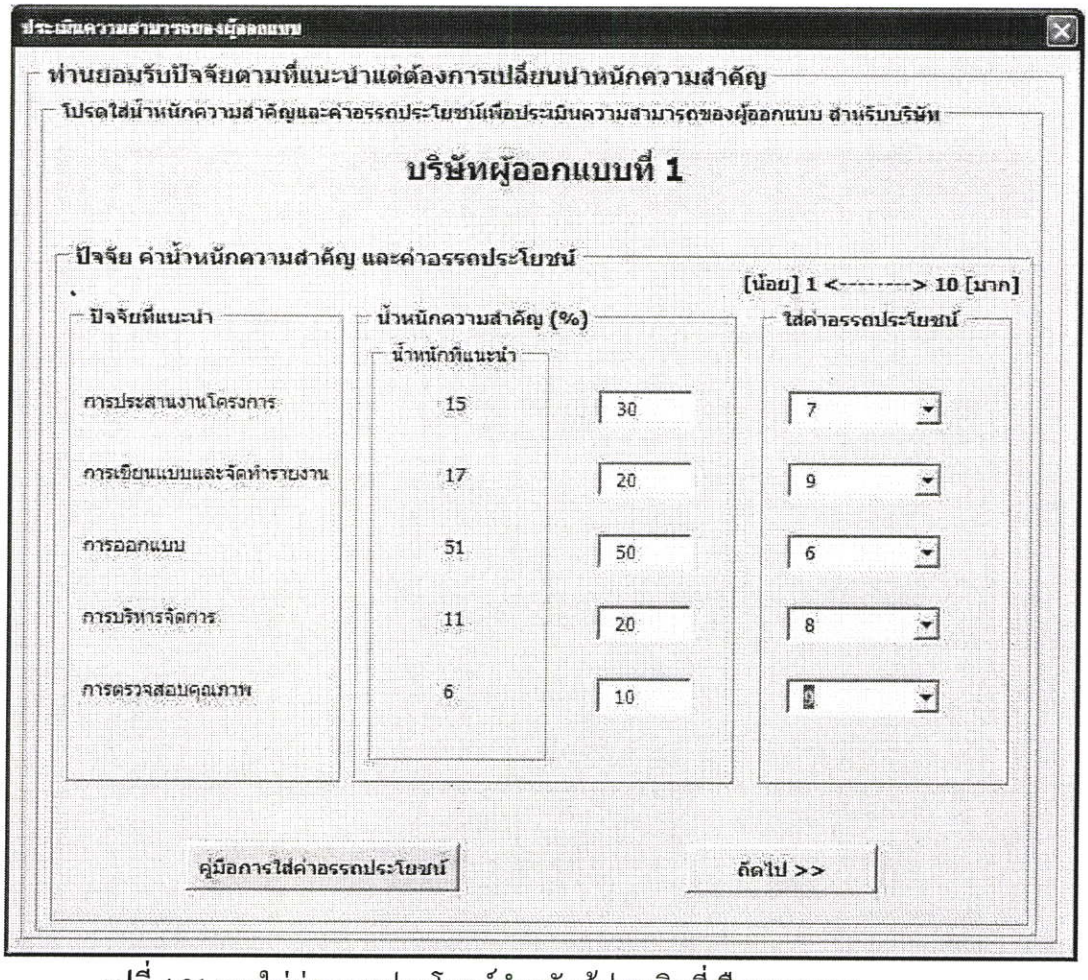
รูปที่ 4.19 กรอบข้อความแจ้งสถานะการใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้กับผู้ออกแบบครบทุกรายแล้ว

หลังจากนั้นโปรแกรมแสดงกรอบคำถามว่าต้องการเพิ่มเติมผู้ประเมินหรือไม่ หากยังมีผู้ประเมินเพิ่มเติมให้กดปุ่ม Yes และทำการประเมินเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยโปรแกรมออกแบบให้สามารถประเมินผู้ออกแบบโดยใช้ผู้ประเมินได้สูงสุด 9 คน ดังรูปที่ 4.20 และ รูปที่ 4.16



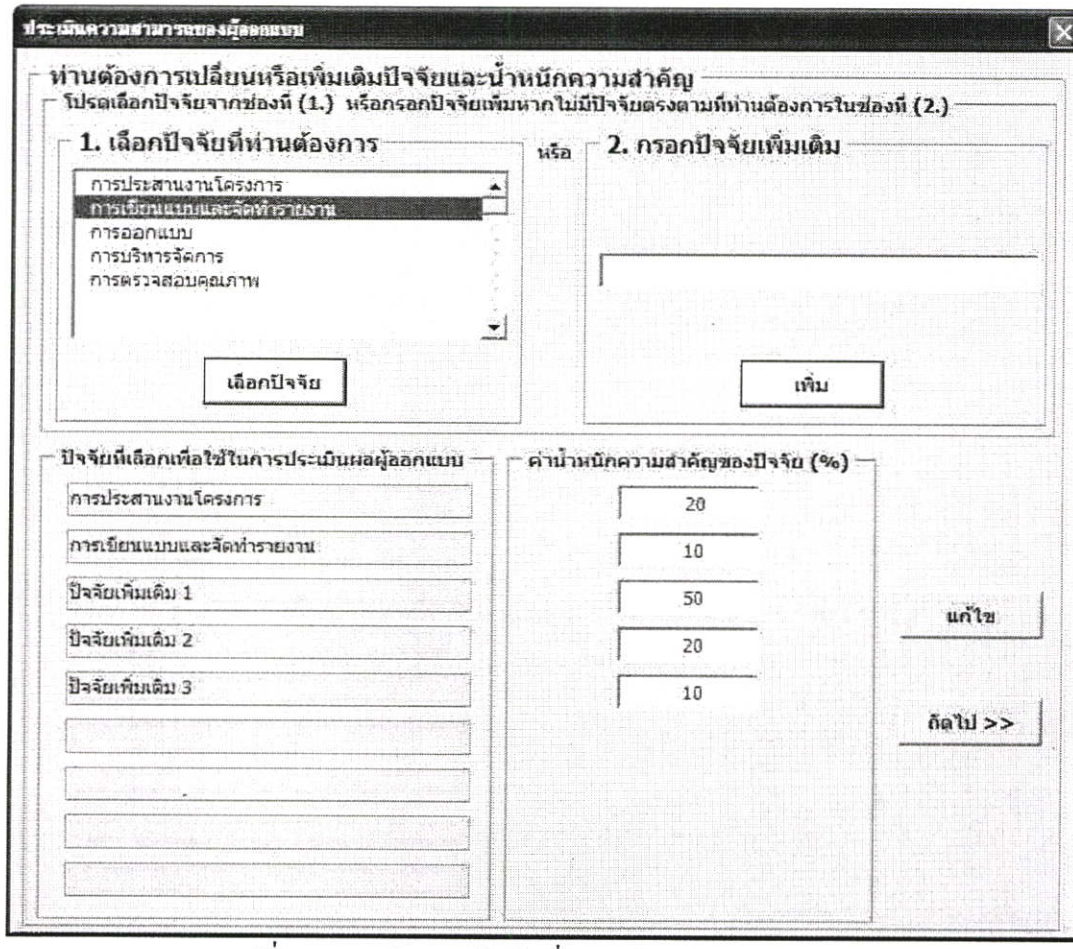
รูปที่ 4.20 กรอบคำถามการเพิ่มเติมผู้ประเมินเพื่อการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ

ในส่วนของทางเลือก การยอมรับปัจจัยตามที่แนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญ หมายถึงผู้ประเมินมีความเห็นว่าปัจจัยการประเมินความสามารถบริษัทผู้ออกแบบตรงตามที่โปรแกรมแนะนำ แต่ผู้ประเมินต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งในการประเมินนั้น ผู้ประเมินสามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญได้ตามความเห็นของตนเอง โดยโปรแกรมจะทำการปรับสมดุลให้น้ำหนักความสำคัญรวมทั้งหมด มีค่าเป็น 100% โดยอัตโนมัติ และหลังจากกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้ว ผู้ประเมินสามารถใส่ค่าอรรถประโยชน์ได้เช่นเดียวกับแนวทางการประเมินก่อนหน้านี้ ดังรูปที่ 4.21

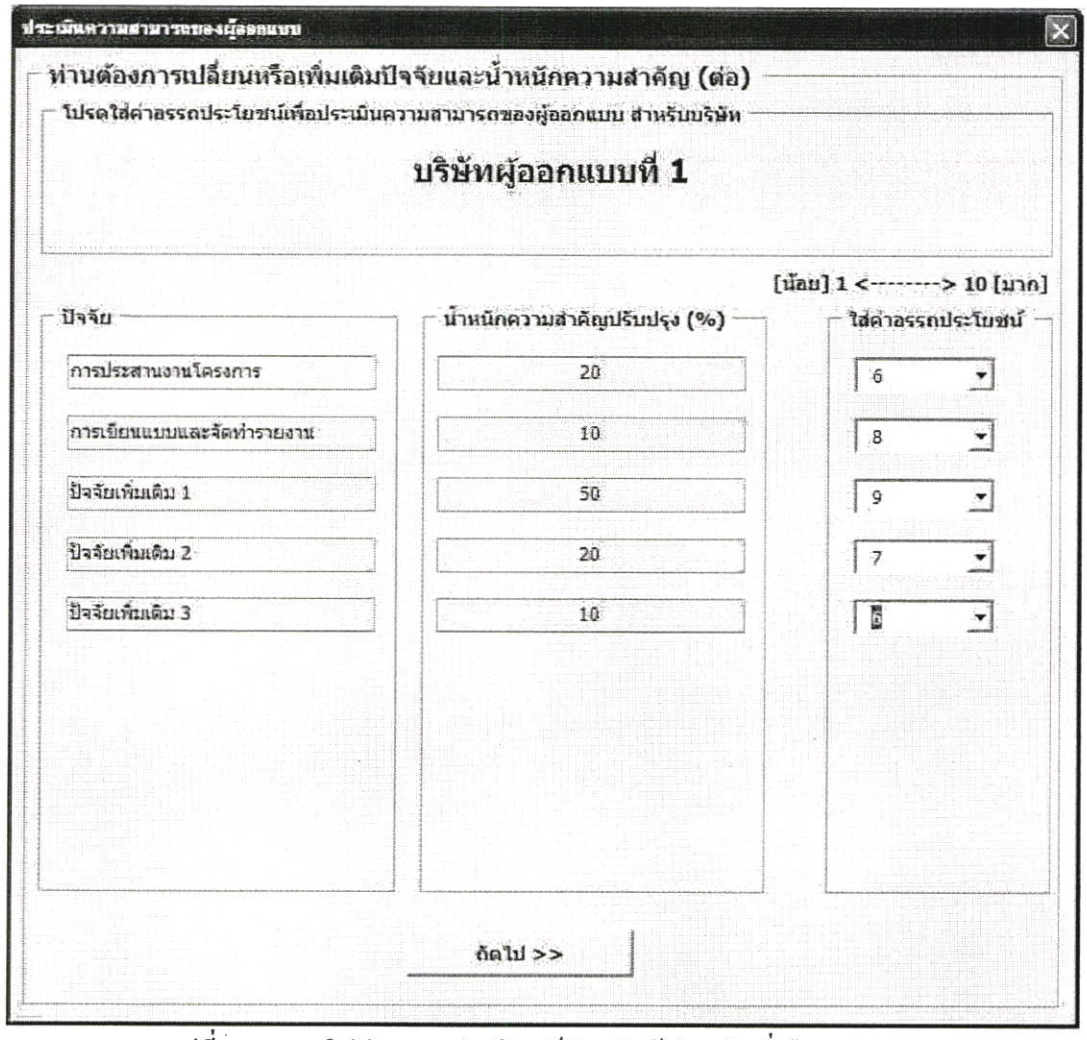


รูปที่ 4.21 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง
"ยอมรับปัจจัยตามที่แนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญ"

ในส่วนของทางเลือก ต้องการเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ นั้นหมายถึง ผู้ประเมินต้องการเปลี่ยนแปลงหรือกำหนด ปัจจัยในการประเมินความสามารถและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยตนเอง โดยสามารถกำหนดปัจจัยในการประเมินความสามารถดังกล่าวได้มากที่สุด 9 ปัจจัย ซึ่งในส่วนแรกของทางเลือกนี้ผู้ประเมินต้องทำการกำหนดปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญตามความเห็นของตนเองก่อน แล้วจึงทำการประเมินความสามารถในส่วนต่อไป โดยการใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัยวิธีเดียวกับทั้ง 2 ทางเลือก ข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว ดังรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23

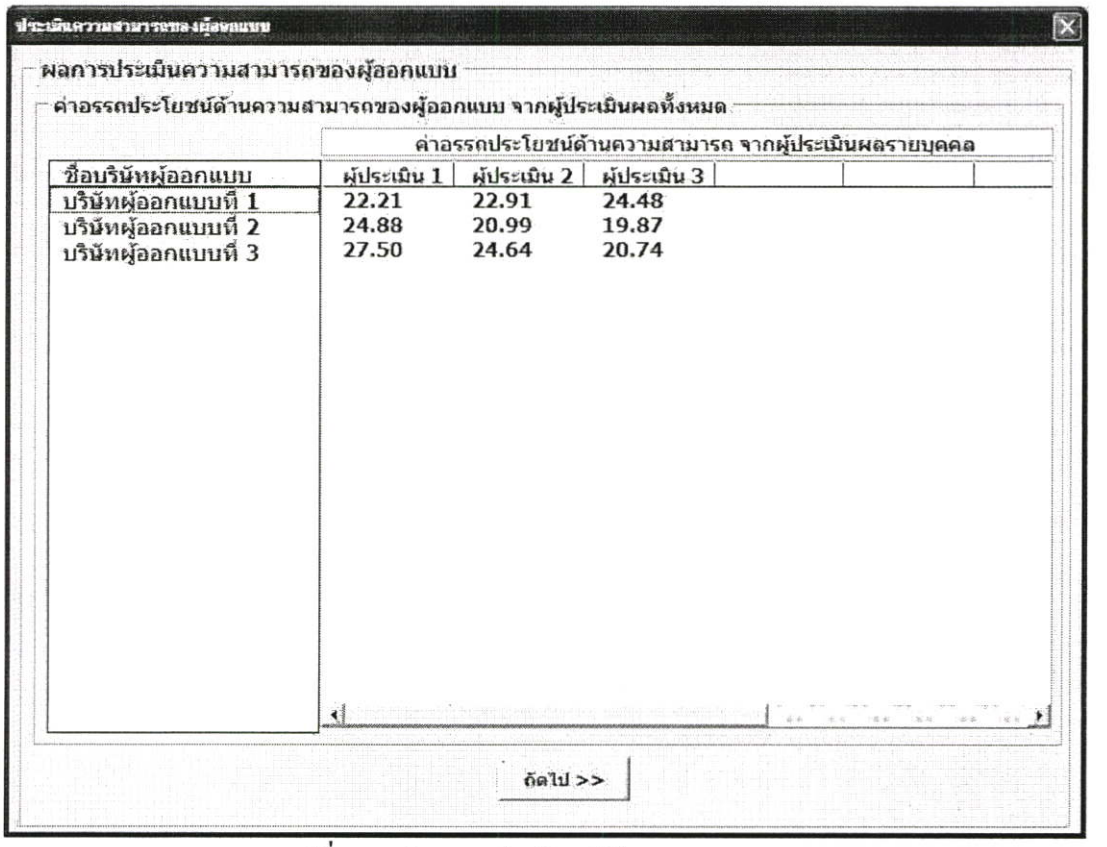


รูปที่ 4.22 การกำหนดปัจจัยเพื่อการประเมินความสามารถ
และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย

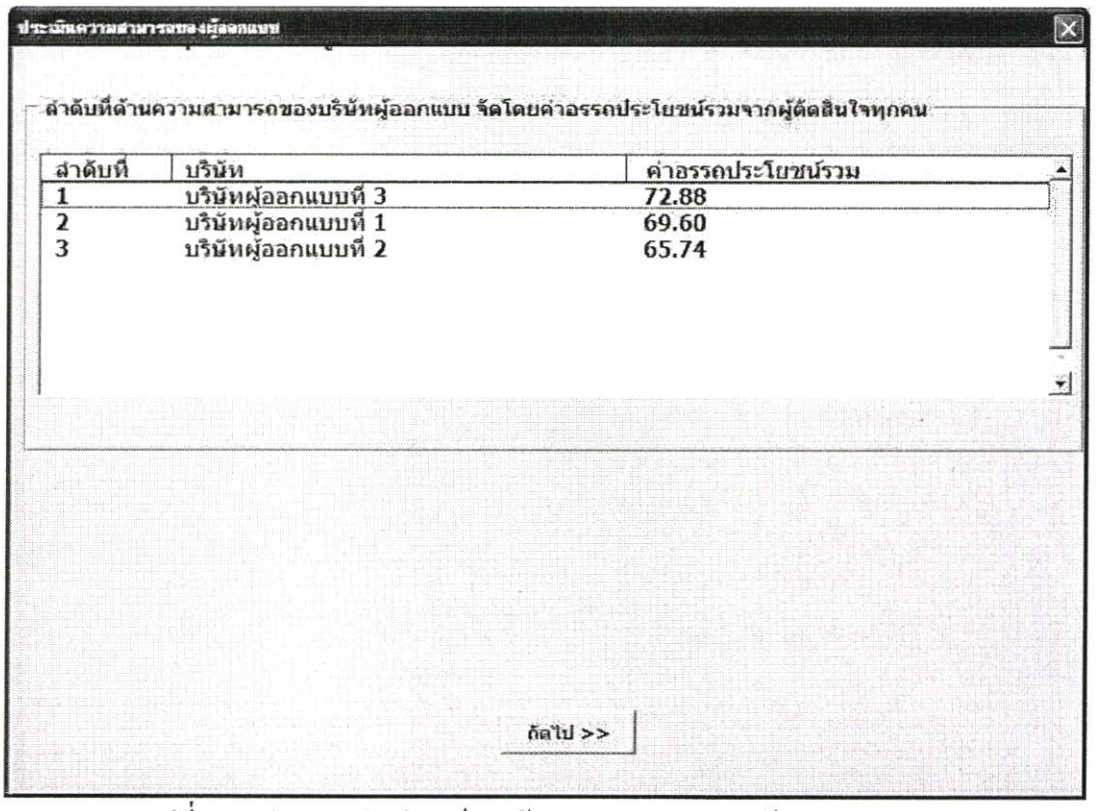


รูปที่ 4.23 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมินที่เลือกแนวทาง "ต้องการเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ"

หลังจากทำการประเมินแล้วเสร็จ โปรแกรมจะแสดงผลการประเมิน โดยแสดงผลรวมค่าอรรถประโยชน์เปรียบเทียบของผู้ประเมินแต่ละรายสำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท และแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท ดังรูปที่ 4.24 และ รูปที่ 4.25

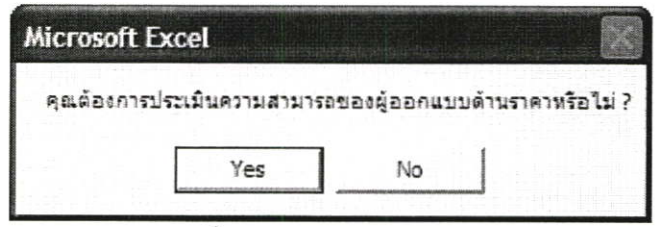


รูปที่ 4.24 ค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถ
จากผู้ประเมินรายบุคคลของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท



รูปที่ 4.25 ค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถจากผู้ประเมินทุกราย
สำหรับบริษัทผู้ออกแบบแต่ละบริษัท

หลังจากแสดงผลแล้วเสร็จ โปรแกรมจะเข้าสู่การประเมินราคาของบริษัทผู้ออกแบบต่อไป โดยจะมีกรอบคำถาม แสดงขึ้นว่า "คุณต้องการประเมินความสามารถผู้ออกแบบด้านราคาหรือไม่?" หากต้องการให้กด Yes ดังรูปที่ 4.26



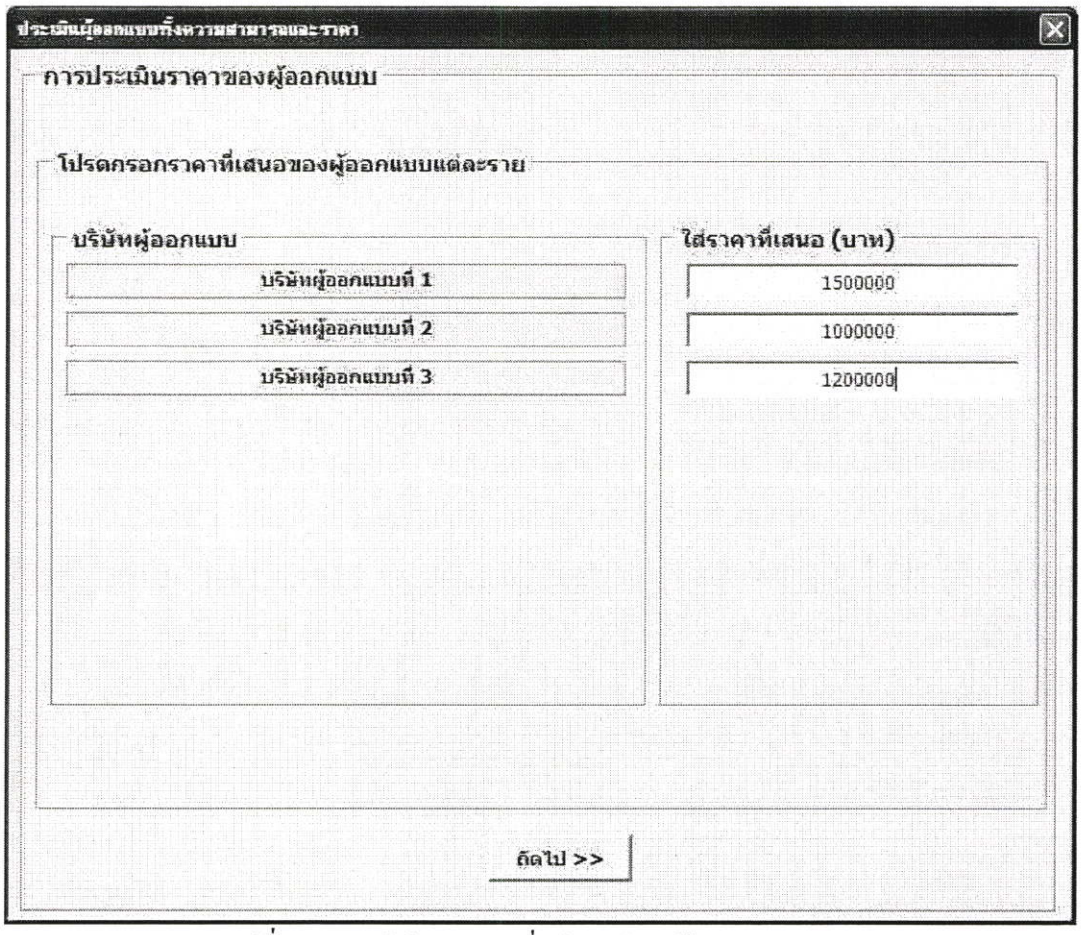
รูปที่ 4.26 กรอบคำถามเพื่อเข้าสู่การประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านราคา

4.5.3 การประเมินผู้ออกแบบด้านราคา: ต่อจากการประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านความสามารถแล้ว โปรแกรมจะทำการประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านราคาต่อ เพื่อนำไปสู่การหาค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละรายซึ่งเป็นการคำนวณหาผลรวมทั้งหมดของค่าอรรถประโยชน์ระหว่าง ผลรวมค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถและผลรวมค่าอรรถประโยชน์ด้านราคา โดยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

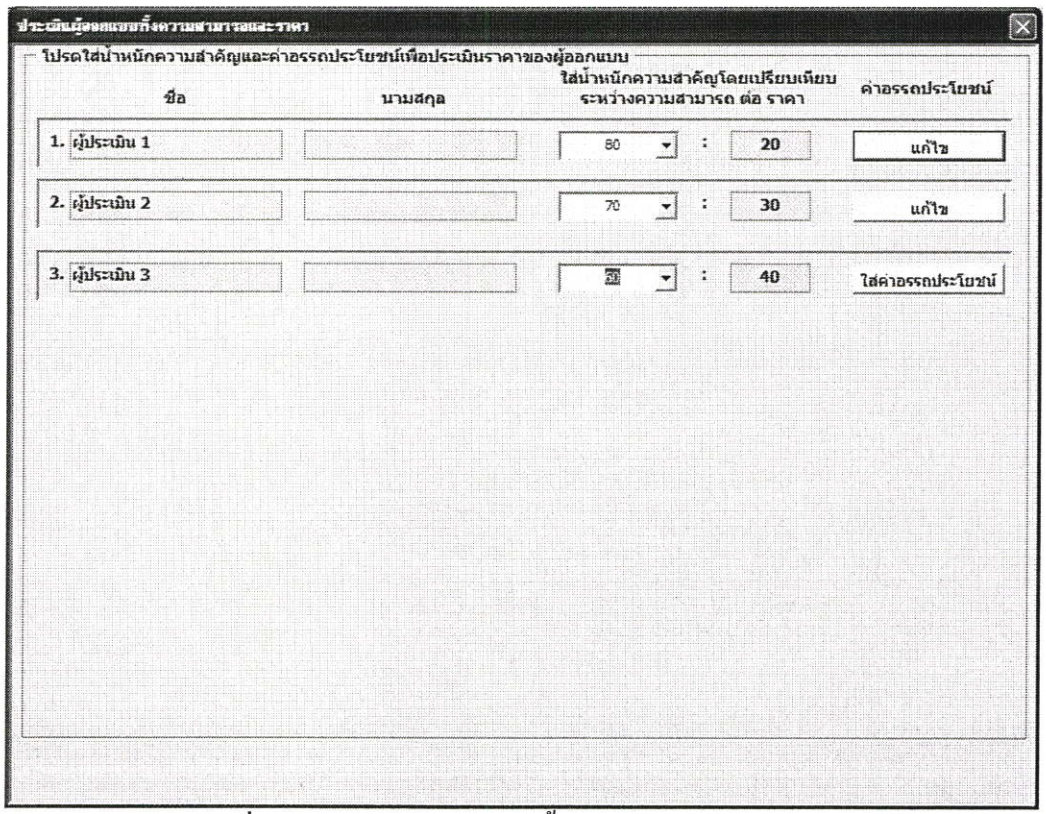
- ใส่ราคาที่เสนอของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย
- ใส่สัดส่วนความสำคัญระหว่าง การประเมินด้านความสามารถต่อการประเมินด้านราคาตามความเห็นของผู้ประเมิน
- ใส่ค่าอรรถประโยชน์เพื่อประเมินด้านราคาของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย
- แสดงผลการประเมิน

ในส่วนของการใส่ราคา หมายถึงการใส่ราคาที่เสนอของบริษัทผู้ออกแบบแต่ะราย และต่อจากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าอรรถประโยชน์ที่ควรได้รับของผู้ออกแบบแต่ละบริษัทเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ประเมิน ดังรูปที่ 4.27 และรูปที่ 4.28

ซึ่งหลังจากที่กำหนด สัดส่วนน้ำหนักความสำคัญระหว่างความสามารถต่อราคา แล้ว ผู้ประเมินสามารถใส่ค่าอรรถประโยชน์ได้โดยการกดปุ่ม "ใส่ค่าอรรถประโยชน์" ซึ่งโปรแกรมจะแสดงเมนูการประเมินด้านราคา โดยแสดงค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ และช่องการใส่ค่าอรรถประโยชน์ ดังรูปที่ 4.29 โดยค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำเป็นค่าที่ได้มาจากการพิจารณาด้วยเปอร์เซนต์ไทล์ของราคาที่ผู้ออกแบบแต่ละรายเสนอ ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.27 การใส่ราคาตามที่แต่ละบริษัทผู้ออกแบบเสนอ

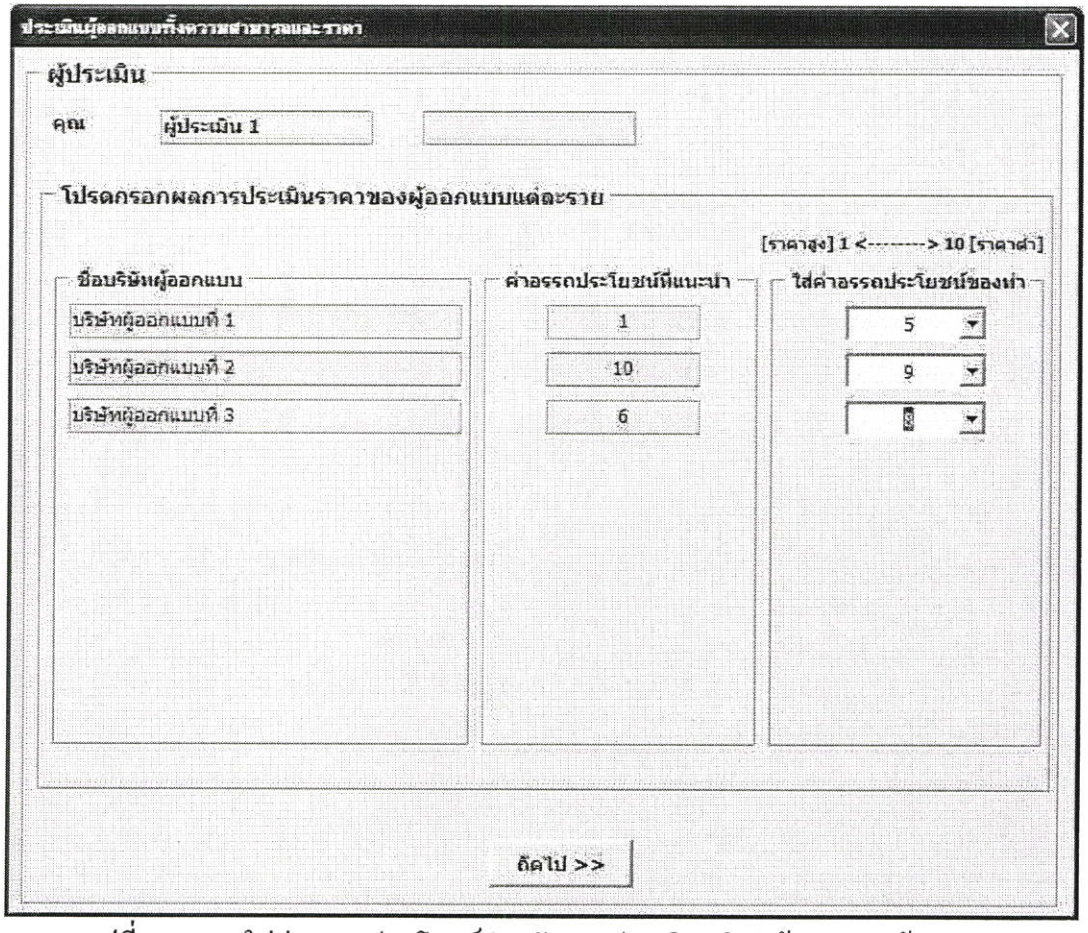


รูปที่ 4.28 การกำหนดสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญระหว่าง

การประเมินด้านความสามารถต่อการประเมินด้านราคาตามความเห็นของผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.1 ค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำพิจารณาด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ของราคาที่เสนอ

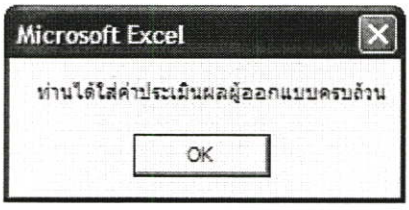
ช่วงของค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ	ค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ
ถ้าราคาที่เสนอ $< P^{10}$	10
ถ้า P^{10} < ราคาที่เสนอ $< P^{20}$	9
ถ้า P^{20} < ราคาที่เสนอ $< P^{30}$	8
ถ้า P^{30} < ราคาที่เสนอ $< P^{40}$	7
ถ้า P^{40} < ราคาที่เสนอ $< P^{50}$	6
ถ้า P^{50} < ราคาที่เสนอ $< P^{60}$	5
ถ้า P^{60} < ราคาที่เสนอ $< P^{70}$	4
ถ้า P^{70} < ราคาที่เสนอ $< P^{80}$	3
ถ้า P^{80} < ราคาที่เสนอ $< P^{90}$	2
ถ้าราคาที่เสนอ $\geq P^{90}$	1



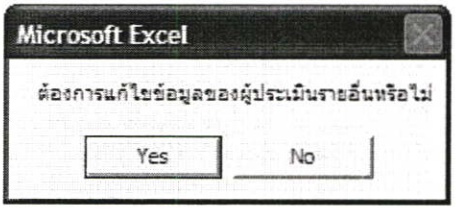
รูปที่ 4.29 การใส่ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการประเมินบริษัทผู้ออกแบบด้านราคา

หลังจากผู้ประเมินทุกรายใส่ค่าอรรถประโยชน์แล้วเสร็จ โปรแกรมจะแจ้งว่า "ท่านได้ใส่ค่าประเมินผลผู้ออกแบบครบถ้วน" ดังรูปที่ 4.30 และจะขึ้นกรอบคำถามว่า" ท่านต้องการแก้ไข

ข้อมูลของผู้ประเมินรายอื่นหรือไม่?" ดังรูปที่ 4.31 หากต้องการแก้ไขกด Yes แต่หากไม่ต้องการกด No และโปรแกรมจะเข้าสู่การแสดงผลการประเมินต่อไป



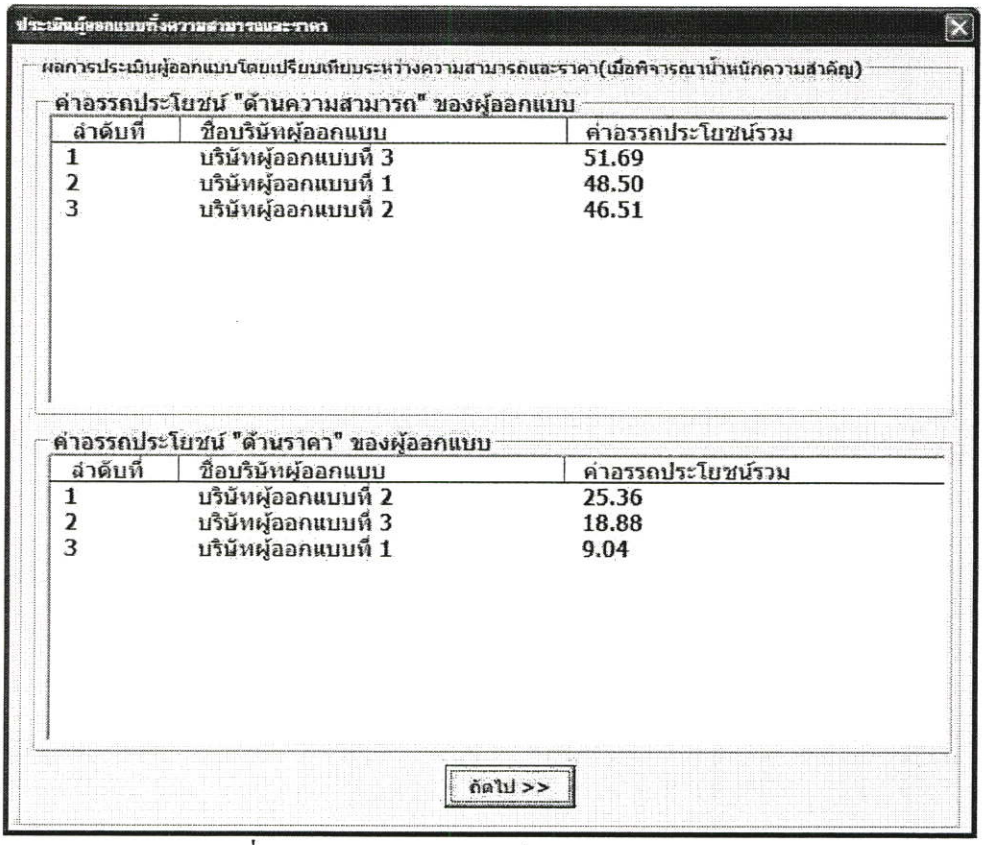
รูปที่ 4.30 กรอบข้อความแจ้งสถานะการใส่ค่าอรรถประโยชน์ครบถ้วน



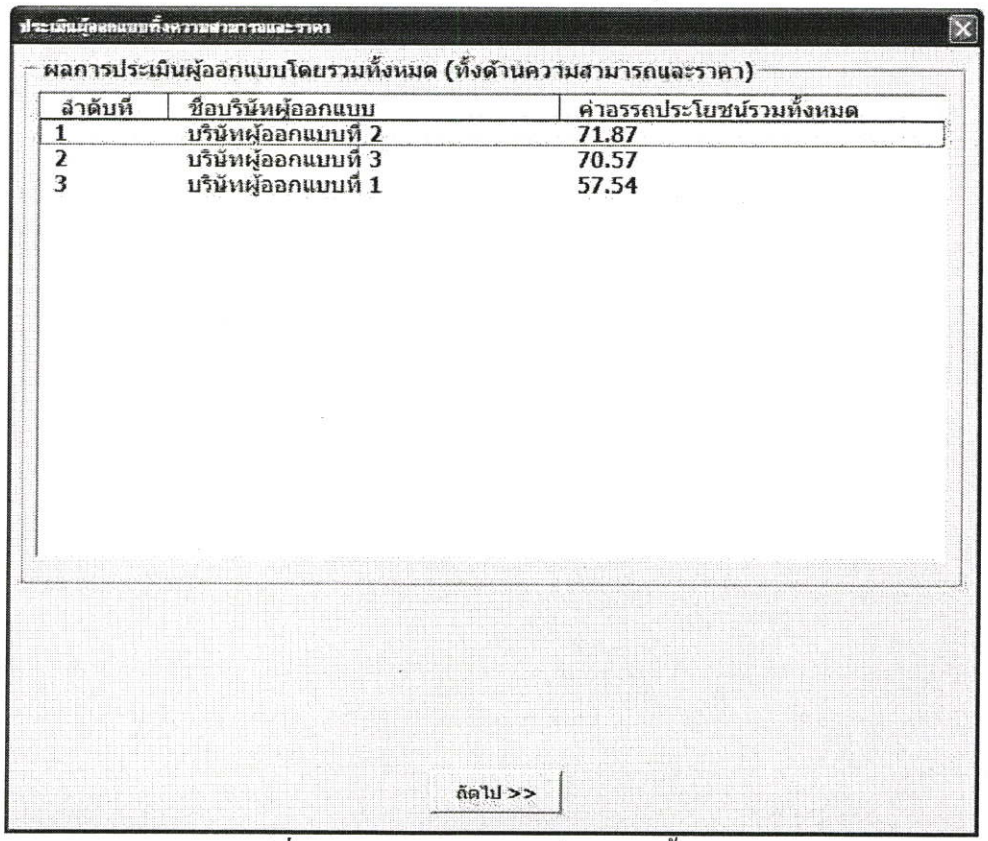
รูปที่ 4.31 กรอบคำถามการแก้ไขข้อมูลการประเมินของผู้ประเมินแต่ละราย

ในส่วนของการแสดงผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน นั่นคือ

- การแสดงผลรวมค่าอรรถประโยชน์ของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย โดยแยกการแสดงผลเป็น 2 ตารางคือ ตารางแสดงผลรวมค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถหลังคูณสัดส่วนความสำคัญระหว่างความสามารถต่อราคา และตารางแสดงผลรวมค่าอรรถประโยชน์ด้านราคา ดังรูปที่ 4.32
- การแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด (ทั้งความสามารถและราคา) ดังรูปที่ 4.33

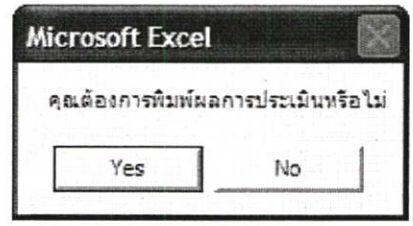


รูปที่ 4.32 ค่าอรรถประโยชน์รวมด้านความสามารถ
และค่าอรรถประโยชน์รวมด้านราคาของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย

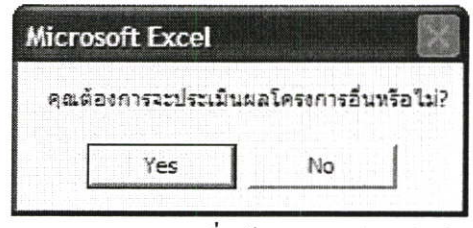


รูปที่ 4.33 ค่าอรรถประโยชน์โดยรวมทั้งหมด
ทั้งความสามารถและราคา ของบริษัทผู้ออกแบบแต่ละราย

หลังจากแสดงผลแล้ว โปรแกรมจะถามความต้องการว่าต้องการพิมพ์ผลการประเมินผู้ออกแบบหรือไม่ ดังรูปที่ หากต้องการพิมพ์ผลให้กด Yes ดังรูปที่ 4.34 และหลังจากพิมพ์ผลแล้วเสร็จโปรแกรมจะถามว่าต้องการประเมินโครงการอื่นต่อไปหรือไม่ หากต้องการกด Yes และกดปุ่ม No เพื่อออกจากโปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบ ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.34 กรอบคำถามการพิมพ์ผลการประเมินผู้ออกแบบ

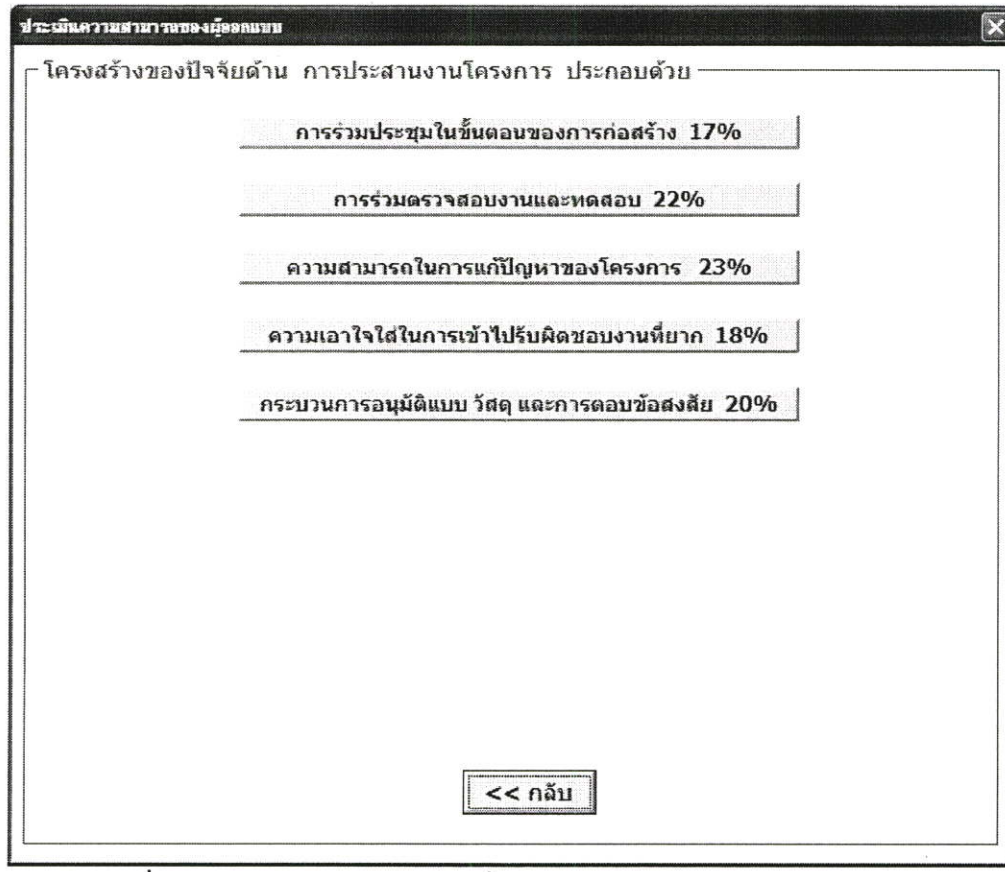


รูปที่ 4.35 กรอบคำถามการเริ่มต้นทำการประเมินโครงการอื่น

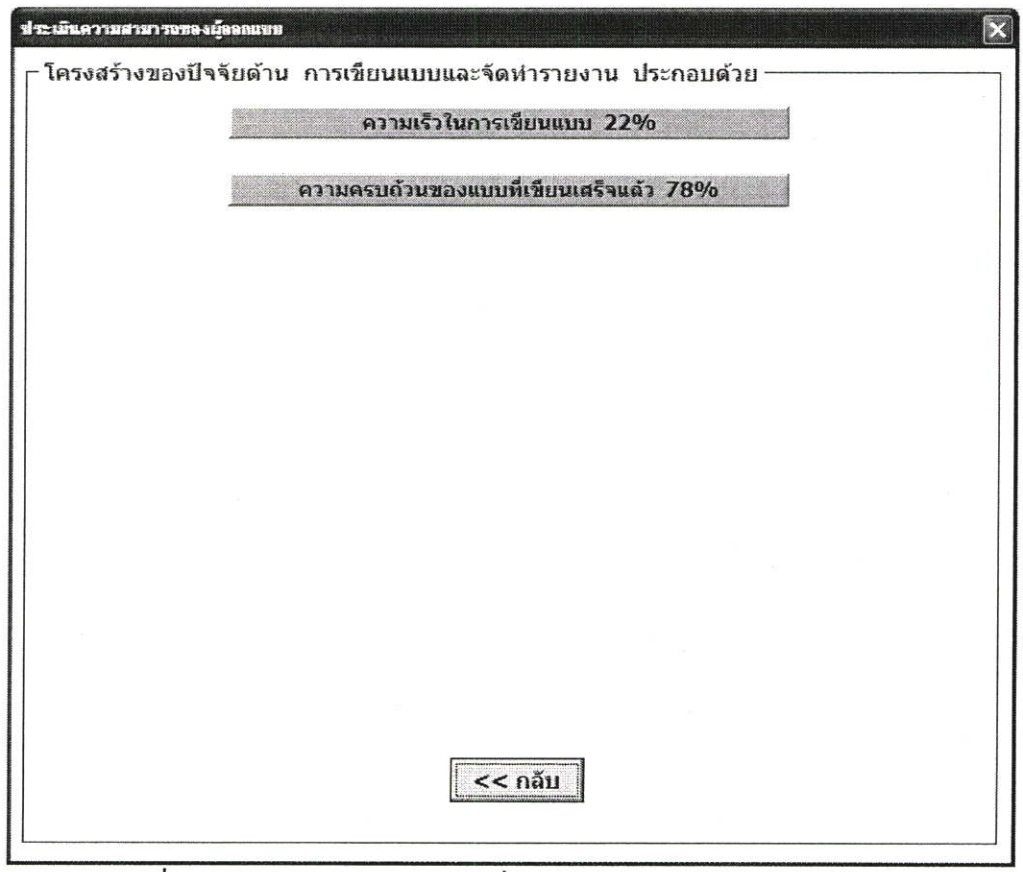
ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ประเมินเข้าใจความหมายของแต่ละปัจจัยที่โปรแกรมแนะนำมากยิ่งขึ้น จากรูปที่ ในส่วนของ ปุ่มกด "ความหมายเพิ่มเติม" โปรแกรมนี้จะแสดงความหมายเพิ่มเติมของแต่ละปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย

- การประสานงานโครงการ
- การเขียนแบบและจัดทำรายงาน
- การออกแบบ
- การบริหารจัดการ
- การตรวจสอบคุณภาพ

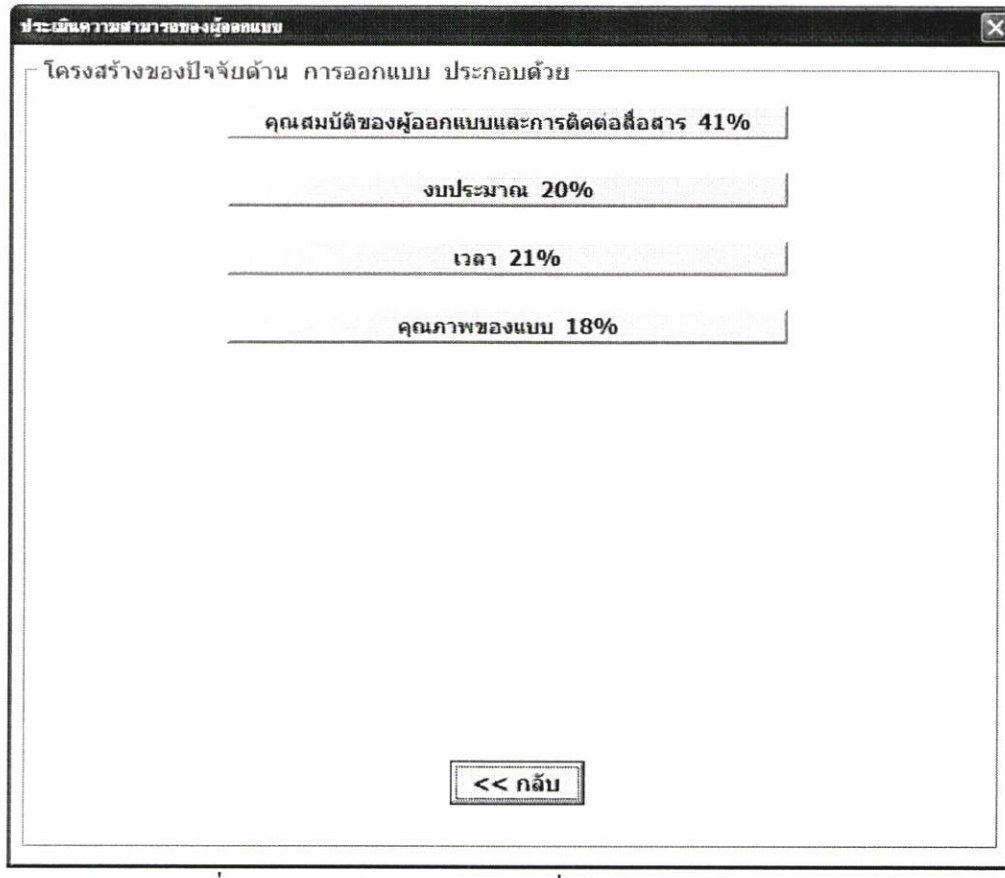
ซึ่งเมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของแต่ละปัจจัย สามารถแสดงได้ดัง รูปที่ 4.36



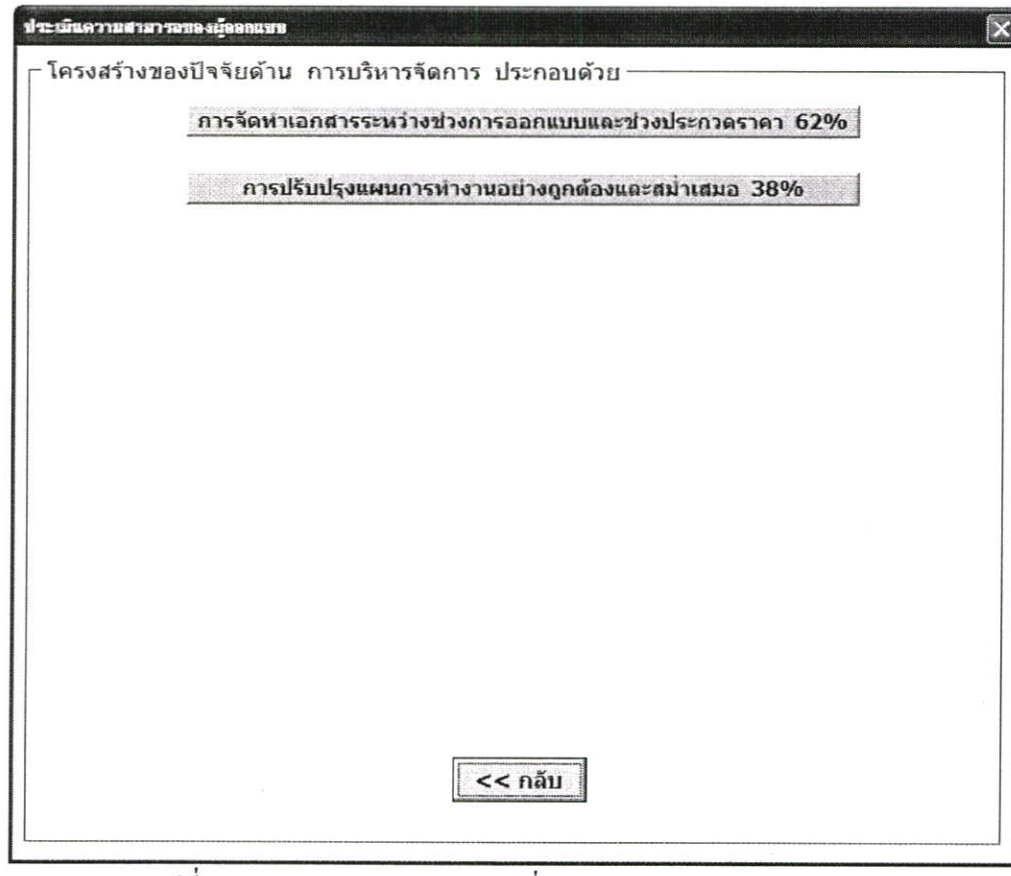
รูปที่ 4.36 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ “การประสานงานโครงการ”



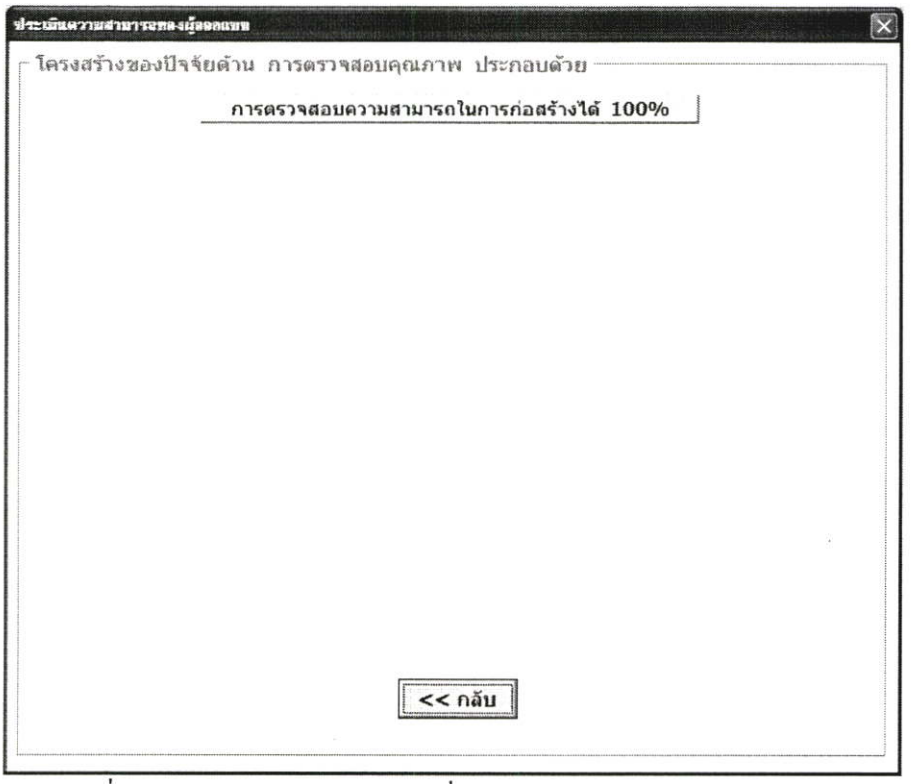
รูปที่ 4.37 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ “การเขียนแบบและจัดทำรายงาน”



รูปที่ 4.38 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ “การออกแบบ”

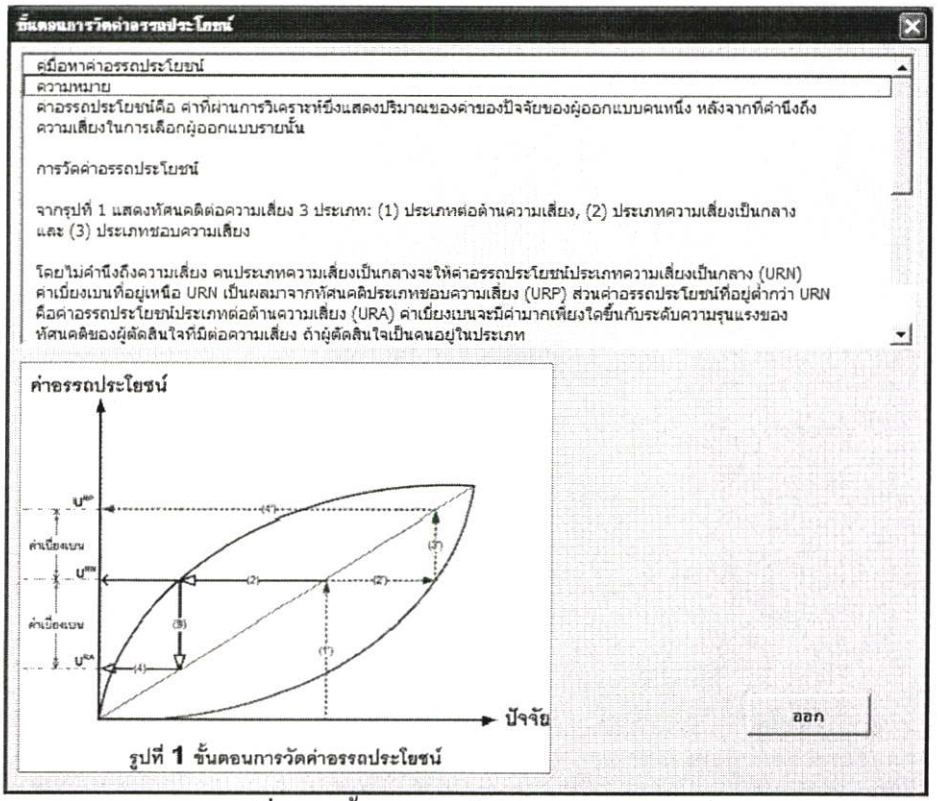


รูปที่ 4.39 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ “การบริหารจัดการ”



รูปที่ 4.40 เมนูอธิบายความหมายเพิ่มเติมของ “การตรวจสอบคุณภาพ”

สำหรับผู้ประเมินที่ต้องการทราบวิธีการใส่ค่าอรรถประโยชน์นั้น สามารถดูได้โดยการกดปุ่ม “คู่มือการใส่ค่าอรรถประโยชน์” ซึ่งจะอยู่ที่ทุกเมนูของการใส่ค่าอรรถประโยชน์ ในส่วนของการประเมินความสามารถบริษัทผู้ออกแบบ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.41 ดังนี้



รูปที่ 4.41 ขั้นตอนการใส่ค่าอรรถประโยชน์

4.6 สรุปการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าข้อจำกัดของแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบที่มีอยู่สามารถแสดงได้คือ แบบจำลองส่วนใหญ่สามารถรองรับการประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินเพียง 1 คน บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้น และการประเมินผลต้องใช้ปัจจัยทุกปัจจัยจากที่แบบจำลองกำหนด ทำให้แบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จึงมีความสามารถในการ รวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคนในขณะทำการประเมินผู้ออกแบบ สามารถพิจารณาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์โดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และเพื่อให้แบบจำลองมีความสามารถในการรวมความเสี่ยงของผู้ประเมินหลายคนเข้าไว้ขณะทำการประเมิน งานวิจัยนี้จึงได้ใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน เป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนการในประเมินผู้ออกแบบของแบบจำลองประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การประเมินความสามารถผู้ออกแบบ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ดังต่อไปนี้ กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมิน กระบวนการเลือกปัจจัย กระบวนการสมดุลปัจจัย และกระบวนการวัดปัจจัย (2) การประเมินผู้ออกแบบโดยรวมทั้งความสามารถและราคา ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังต่อไปนี้ กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญระหว่างความสามารถต่อราคา กระบวนการนำเสนอค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำสำหรับการประเมินผู้ออกแบบด้านราคา และกระบวนการวัดค่าอรรถประโยชน์ด้านราคา

หลังจากพัฒนากระบวนการสำหรับการประเมินผู้ออกแบบขึ้นแล้ว งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อให้แบบจำลองสามารถยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ รวมถึงช่วยลดระยะเวลาและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคำนวณที่ซับซ้อน ซึ่งสามารถแบ่งกิจกรรมในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการคำนวณ โดยมีพื้นฐานของการพัฒนามาจากโปรแกรม Microsoft Excel และส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมกับผู้ประเมิน ซึ่งใช้โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) เป็นโปรแกรมพื้นฐานในการพัฒนา ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะสามารถรวบรวมการตัดสินใจโดยผู้ประเมินหลายคน สามารถรวบรวมความเสี่ยงเข้าที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปขณะทำการประเมิน และสามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการประเมินผู้ออกแบบตามความเห็นของผู้ประเมินแต่ละคนได้ และหลังจากพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วเสร็จ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบแบบจำลองเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการใช้งานให้กับผู้ใช้โดยทำการทดสอบใน 4 ประเด็น คือ (1) การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-Friendliness) (2) การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Verification) (3) การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) และ (4) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ซึ่งรายละเอียดของการทดสอบจะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 5

กระบวนการทดสอบแบบจำลอง

5.1 บทนำ

จากที่กล่าวในบทที่ผ่านมาถึงแนวทางการพัฒนาแบบจำลองการคัดเลือกผู้ออกแบบ เพื่อให้แบบจำลองมีความสามารถรองรับความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ขณะทำการประเมินผู้ออกแบบ โดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์นั้น ทำให้แบบจำลองถูกพัฒนาออกมาในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างความมั่นใจต่อการนำโปรแกรมไปใช้งานของผู้ใช้ ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบโปรแกรม โดยจะทำการทดสอบใน 4 ประเด็น คือ การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) การทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม (Verification) การทดสอบความถูกต้อง (Validation) และการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis) ซึ่งรายละเอียดในแต่ละการทดสอบจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

5.2 การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness)

ในการพัฒนาโปรแกรมประเมินผู้ออกแบบนั้น จะถูกแบ่งส่วนของโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการคำนวณ และส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน โดยในส่วนการคำนวณนั้นเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากผู้ใช้โปรแกรมและนำไปประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ ทำให้ในส่วนดังกล่าวนี้ไม่มีผลกระทบกับผู้ใช้งาน แต่ในส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานนั้น กล่าวได้ว่าเป็นส่วนหลักที่ต้องแสดงขั้นตอนและรายละเอียดให้ผู้ใช้งานทราบตลอดเวลาว่าโปรแกรมต้องการให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลอะไร ทำให้โปรแกรมต้องแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลผิดพลาดจากผู้ใช้งานเนื่องจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงผลของโปรแกรม ซึ่งการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้นั้นได้ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมกับผู้ใช้งานจริงที่ไม่เคยใช้งานโปรแกรมนี้มาก่อน เพื่อค้นหาและประเมินจุดอ่อนหรือส่วนที่คลุมเครือยากต่อการทำความเข้าใจและการใช้งาน เพื่อให้การใช้งานโปรแกรมนี้โดยบุคคลทั่วไปสามารถทำได้ง่าย โดยโปรแกรมที่พัฒนาจากแบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- ส่วนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน โดยส่วนดังกล่าวเป็นส่วนที่ แจ้งให้ผู้ใช้โปรแกรม ทำการใส่ข้อมูลตามที่ต้องการเพื่อใช้ในการประเมิน และยังเป็นส่วนแสดงผลที่ได้หลังจากการคำนวณ เพื่อแจ้งผลที่ได้จากการประเมินทั้งด้านความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบ และด้านราคา โดยผู้ประเมินจำนวนหลายคน ซึ่งการแสดงผลดังกล่าวจะแสดงเปรียบเทียบและเรียงลำดับจากบริษัทผู้ออกแบบที่ได้รับค่าอรรถประโยชน์รวมสูงสุด ไปยังบริษัทที่ได้รับค่าอรรถประโยชน์รวมต่ำสุด โดยส่วน

ดังกล่าวนี้จะทำการพัฒนาบนพื้นฐานของโปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA)

- ส่วนของการคำนวณ ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำงานเบื้องหลังจากแสดงผลของส่วนแรก โดยส่วนดังกล่าวนี้เป็นส่วนที่รับค่าจาก ข้อมูลที่ผู้ประเมิน ใส่โดยผ่านจากส่วนแรก เช่น ชื่อบริษัทผู้ออกแบบ ชื่อผู้ประเมิน ค่าอรรถประโยชน์ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยราคาตามที่บริษัทผู้ออกแบบเสนอ มายังตารางในแผ่นงาน (Work Sheets) โดยในแต่ละแผ่นงาน จะทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น เก็บข้อมูล คำนวณ หรือแสดงผลจากการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งในส่วนการทำงานนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Excel เป็นพื้นฐานในการพัฒนา

ซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ จะทำการทดสอบเฉพาะกับส่วนการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานเท่านั้น เนื่องจากเป็นส่วนที่แสดงข้อความโต้ตอบระหว่างตัวโปรแกรมกับผู้ประเมิน ซึ่งการทดสอบนั้นได้ทำการทดลองใช้งานกับวิศวกรของบริษัทที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งดำรงตำแหน่งผู้จัดการโครงการ และเป็นผู้มีประสบการณ์ในการประเมินผู้ออกแบบ โดยให้ผู้ทดสอบลองใช้งานโปรแกรม โดยทำตามขั้นตอนที่แสดงในโปรแกรม เพื่อหาคำสั่งที่คลุมเครือยากต่อการทำความเข้าใจของผู้ใช้งาน พร้อมกับขอสัมภาษณ์เพื่อขอคำแนะนำและทำการแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าว รวมถึงขอความเห็นถึงรูปแบบการใส่ข้อมูลในขณะประเมิน และหาแนวทางปรับปรุงเพื่อให้ผู้ประเมินสามารถใช้งานแบบจำลองได้สะดวกที่สุด รวมถึงให้ผู้ประเมินเข้าใจและใส่ข้อมูลที่โปรแกรมต้องการอย่างชัดเจนที่สุดเพื่อลดข้อผิดพลาดในการประเมินผลที่ผิดไปจากความต้องการจริงของผู้ประเมิน เพื่อทำให้มั่นใจได้มากขึ้นว่าโปรแกรมดังกล่าวมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้งานในระดับที่สูงขึ้น

5.3 การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Verification)

จากการทดสอบในหัวข้อก่อนหน้าที่เป็นการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ซึ่งเป็นการทดสอบเฉพาะส่วนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน โดยในส่วนการคำนวณของโปรแกรมนั้นจำเป็นต้องทำการทดสอบด้วยเช่นกัน โดยในส่วนการคำนวณจะรับข้อมูลจากส่วนการปฏิสัมพันธ์แล้วส่งผ่านข้อมูลไปยังแผ่นงาน (Worksheet) ซึ่งจะทำหน้าที่ทั้งการรับข้อมูลคำนวณผลจากข้อมูลที่ได้รับ จัดเรียงลำดับจากผลการคำนวณ ส่งผลการคำนวณไปยังแผ่นงานอื่นเพื่อรอทำการคำนวณในขั้นตอนต่อไป โดยการทำงานทั้งหมดอาศัยชุดคำสั่งที่พัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแต่ละแผ่นงานกันอย่างซับซ้อน ดังนั้นจำมีความจำเป็นที่ส่วนการคำนวณของแบบจำลองต้องถูกทำการทดสอบความน่าเชื่อถือเพื่อให้แน่ใจได้ว่าการคำนวณโดยโปรแกรมนั้นสามารถทำได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งเทคนิคการทดสอบโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภทดังนี้ [14]

- ทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบผล เทคนิคนี้เป็นการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลโดยวิธีอื่น โดยทำการทดสอบกับกรณีตัวอย่างเดียวกัน แล้วทำการเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 2 วิธี หากผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันถือได้ว่าโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้วแนวคิดพื้นฐานของแต่ละแบบจำลองมีความแตกต่างกัน (เช่น ปัจจัย ทฤษฎีพื้นฐาน และสมมุติฐาน) จึงเป็นเรื่องยากในการหาแบบจำลองที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันเพื่อทำการเปรียบเทียบกัน
- ทำการทดสอบโดยการทดลอง ในเทคนิคนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม กับผลที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ ซึ่งเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่นิยมใช้เนื่องจาก สามารถเปรียบเทียบผลได้ค่อนข้างละเอียดทุกขั้นตอน ทำได้ไม่ยุ่งยาก ดังนั้นในงานวิจัยจึงเลือกเทคนิคนี้ในทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม โดยผลเปรียบเทียบที่ได้จากการทดสอบ เป็นผลที่นำมาจากโครงการตัวอย่างโครงการหนึ่ง โดยผลเปรียบเทียบจากการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง ระหว่างการคำนวณค่าอรรถประโยชน์ด้วยโปรแกรมเทียบกับการคำนวณด้วยมือ

โครงการก่อสร้างที่ 1		
บริษัทผู้ออกแบบ	ค่าอรรถประโยชน์รวมจากการคำนวณด้วยโปรแกรม (เต็ม 100)	ค่าอรรถประโยชน์รวมจากการคำนวณด้วยมือ (เต็ม 100)
บริษัทผู้ออกแบบที่ 1	88.50	88.50
บริษัทผู้ออกแบบที่ 2	71.89	71.89
บริษัทผู้ออกแบบที่ 3	67.50	67.50
โครงการก่อสร้างที่ 2		
บริษัทผู้ออกแบบ	ค่าอรรถประโยชน์รวมจากการคำนวณด้วยโปรแกรม (เต็ม 100)	ค่าอรรถประโยชน์รวมจากการคำนวณด้วยมือ (เต็ม 100)
บริษัทผู้ออกแบบที่ 4	89.56	89.56
บริษัทผู้ออกแบบที่ 5	76.71	76.71
บริษัทผู้ออกแบบที่ 6	61.98	61.98

จากตารางที่ 5.1 เป็นการเปรียบเทียบการคำนวณค่าอรรถประโยชน์โดยรวมทั้งความสามารถและราคา ของโครงการก่อสร้าง 2 โครงการ โดยแต่ละโครงการมีผู้ออกแบบที่เข้า

ร่วมเสนอราคาโครงการละ 3 บริษัท การทดสอบทำได้โดยใส่ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผู้ออกแบบลงในโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผล ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละราย น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ผู้ประเมินเห็นสมควร ค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถ น้ำหนักความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างความสามารถต่อราคา ราคาที่ผู้ออกแบบแต่ละรายเสนอ และค่าอรรถประโยชน์ด้านราคาที่ให้กับผู้ออกแบบของผู้ประเมินแต่ละราย แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือ โดยใช้ข้อมูลเดียวกัน ซึ่งจะคำนวณโดยใช้ทศนิยม 2 หลัก จากผลการคำนวณจะเห็นว่า การคำนวณโดยโปรแกรมกับการคำนวณด้วยมือ นั้นมีผลลัพธ์ที่ได้เท่ากัน ทั้ง 2 โครงการ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานโปรแกรมจึงสามารถมั่นใจได้ว่า การคำนวณและการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมนั้นมีค่าที่แม่นยำ

5.4 การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

การทดสอบความถูกต้องนี้เป็นการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบนี้มีความสามารถในการ (1) รวบรวมการตัดสินใจของผู้ประเมินหลายคนไว้ด้วยกัน (2) คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และ (3) มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประเมินมีความใกล้เคียงกับการตัดสินใจโดยรวมของกลุ่มผู้ประเมินมากที่สุด

และเพื่อช่วยยืนยันถึงความถูกต้องของแบบจำลอง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยทำการเปรียบเทียบผลการคัดเลือกผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริงกับผลที่ได้จากการประเมินโดยใช้โปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบ ซึ่งสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบ ผลการคัดเลือกผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริงกับผลจากการประเมินโดยใช้โปรแกรม

ชื่อโครงการ	ลำดับการคัดเลือกผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริง	ลำดับการคัดเลือกผู้ออกแบบจากการประเมินโดยโปรแกรม
โครงการก่อสร้างที่ 1	บริษัทผู้ออกแบบที่ 1	บริษัทผู้ออกแบบที่ 1
	บริษัทผู้ออกแบบที่ 2	บริษัทผู้ออกแบบที่ 2
	บริษัทผู้ออกแบบที่ 3	บริษัทผู้ออกแบบที่ 3
บริษัทที่ได้รับการคัดเลือก	บริษัทผู้ออกแบบที่ 1	บริษัทผู้ออกแบบที่ 1

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

โครงการก่อสร้างที่ 2	บริษัทผู้ออกแบบที่ 4	บริษัทผู้ออกแบบที่ 4
	บริษัทผู้ออกแบบที่ 5	บริษัทผู้ออกแบบที่ 5
	บริษัทผู้ออกแบบที่ 6	บริษัทผู้ออกแบบที่ 6
บริษัทที่ได้รับการคัดเลือก	บริษัทผู้ออกแบบที่ 4	บริษัทผู้ออกแบบที่ 4

จากตารางที่ 5.2 แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างผลการประเมินบริษัทผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริงเทียบกับผลการประเมินโดยใช้โปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบ ทำการทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผู้ออกแบบในโครงการก่อสร้างจำนวน 2 โครงการ แต่ละโครงการมีบริษัทผู้ออกแบบเข้าร่วมเสนอราคาจำนวน 3 บริษัท ซึ่งลำดับผลการคัดเลือกผู้ออกแบบจากสถานการณ์จริงในโครงการก่อสร้างที่ 1 เป็นดังนี้ (1) บริษัทผู้ออกแบบที่ 1 (2) บริษัทผู้ออกแบบที่ 2 และ (3) บริษัทผู้ออกแบบที่ 3 โดยบริษัทผู้ออกแบบที่ 1 ได้รับการคัดเลือก ในส่วนของโครงการก่อสร้างที่ 2 มีลำดับการคัดเลือกดังนี้ (1) บริษัทผู้ออกแบบที่ 4 (2) บริษัทผู้ออกแบบที่ 5 และ (3) บริษัทผู้ออกแบบที่ 6 โดยบริษัทผู้ออกแบบที่ 4 ได้รับการคัดเลือก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินโดยใช้โปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบแล้ว ให้ผลเช่นเดียวกัน

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้โครงการก่อสร้างจำนวน 2 โครงการ สามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานได้ในระดับหนึ่งว่า แบบจำลองสามารถประเมินผู้ออกแบบได้อย่างถูกต้อง

5.5 การวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว เป็นการทดสอบแบบจำลองเพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการประเมิน เมื่อมีข้อมูลในการประเมินผลบางตัวเปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนแปลงไปของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยบางตัว การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของบางปัจจัย เป็นต้น กล่าวคือ ในการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลบางตัวเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลลัพธ์จากการประเมินมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากซึ่งเรียกว่าข้อมูลนั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการวิเคราะห์เพื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้ประเมินให้ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลบางตัวที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผลการประเมินโดยรวมได้

ในงานวิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ความไวออกเป็น 2 กรณี คือ (1) การวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองกรณีน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงไป และ (2) การวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองกรณีค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินความสามารถมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าที่ต้องการทดสอบในช่วง -20% ถึง 20% แล้วพิจารณาค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนโดยรวมทั้งหมดของแต่ละกรณีว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเริ่มต้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดเมื่อน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ปัจจัย	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
การประสานงานโครงการ	-0.45	+0.32
การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	-0.13	+0.40
การออกแบบ	-0.25	+0.51
การบริหารจัดการ	-0.25	+0.67
การตรวจสอบคุณภาพ	-0.40	+0.46

จากตารางที่ 5.3 สามารถสรุปลำดับของ ปัจจัยที่มีผลกระทบกับการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน ได้ดังนี้ (1) การบริหารจัดการ เปลี่ยนแปลงมากที่สุด (เปลี่ยนแปลง -0.25% ถึง +0.67%) (2) การตรวจสอบคุณภาพ (3) การประสานงาน (4) การออกแบบ และ (5) การเขียนแบบและจัดทำรายงาน เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ดังนั้นปัจจัย "การบริหารจัดการ" เป็นปัจจัยที่ต้องการการพิจารณาจากผู้ประเมินมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ผลกระทบกับผลลัพธ์ในการประเมินผู้ออกแบบโดยรวม

ตารางที่ 5.4 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถของปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ปัจจัย	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
การประสานงานโครงการ	-2.43	+3.67
การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	-1.88	+1.90
การออกแบบ	-6.01	+6.01
การบริหารจัดการ	-1.39	+1.82
การตรวจสอบคุณภาพ	-0.86	+0.86

จากตารางที่ 5.4 แสดงปัจจัยที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถได้ดังนี้ (1) การออกแบบ มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (เปลี่ยนแปลง -6.01% ถึง +6.01%) (2) การประสานงานโครงการ (เปลี่ยนแปลง -2.43% ถึง +3.67%) (3) การเขียนแบบและ

จัดทำรายงาน (4) การบริหารจัดการ และ (5) การตรวจสอบคุณภาพมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ดังนั้นปัจจัยที่ต้องได้รับการพิจารณาจากผู้ประเมินมากที่สุดคือ "การออกแบบ" และรองลงมาคือ "การประสานงานโครงการ" โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ผลกระทบกับผลลัพธ์ในการประเมินผู้ออกแบบโดยรวม

5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง

เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ ความง่ายในการใช้งานของโปรแกรมการประเมินผู้ออกแบบงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบแบบจำลอง โดยเริ่มจากทำการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-Friendliness) ทดสอบโดยให้ผู้ประเมินที่มีประสบการณ์การคัดเลือกผู้ออกแบบลองใช้งานจริงแล้วทำการปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้สามารถตอบสนองกับความต้องการและง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น จากนั้นจึงทำการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Verification) โดยทดลองใส่ข้อมูลการประเมินผู้ออกแบบของโครงการก่อสร้างจริง 2 โครงการ ลงในโปรแกรมแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินกับผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยมือ (คำนวณโดยใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) โดยผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งประกอบด้วย ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนด้านความสามารถ และค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนด้านความสามารถและราคา มีค่าเท่ากันในทุกกรณี แสดงให้เห็นว่าการคำนวณของโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ และเพื่อแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลการประเมินได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด จึงได้ทำการทดสอบความถูกต้อง (Validation) การทดสอบทำโดยเปรียบเทียบลำดับของบริษัทผู้ออกแบบที่ได้รับการคัดเลือกให้ทำงานในโครงการจริงกับลำดับที่ได้จากการประเมินผลโดยใช้โปรแกรม ซึ่งผลการทดสอบใช้ข้อมูลจากโครงการก่อสร้างจริง 2 โครงการ และได้ลำดับการคัดเลือกบริษัทผู้ออกแบบโดยโปรแกรมตรงกับลำดับการคัดเลือกจริงทุกกรณี นอกจากนั้น งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยใดที่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบในการประเมิน โดยผลการวิเคราะห์ความไวมีรายละเอียดดังนี้ ในการให้น้ำหนักความสำคัญควรพิจารณาปัจจัย "การบริหารจัดการ" และ "การตรวจสอบคุณภาพ" เนื่องจากทั้ง 2 ปัจจัยมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นซึ่งส่งผลกระทบกับผลลัพธ์ในการประเมิน และในการให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยด้านการประเมินความสามารถ ควรให้ความสำคัญกับการพิจารณาปัจจัย "การออกแบบ" และ "การประสานงานโครงการ" เนื่องจากหากปัจจัยดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ในการประเมินค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นเช่นเดียวกัน

จากการทดสอบทั้ง 4 ประเด็น พบว่าแบบจำลองได้ทำการรวบรวมความพึงพอใจของกลุ่มคนผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ รวมถึงพิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และแบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ นำไปสู่ผลลัพธ์จากการประเมินที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ประเมินมากที่สุด โดยแบบจำลองนี้จะทำการเลือกบริษัทผู้ออกแบบที่ดีที่สุด รวมถึงแสดงผลการประเมินโดย

จัดลำดับเรียงตามค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่แต่ละบริษัทได้รับ จากบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด เพื่อใช้เป็นแนวทางและข้อมูลสนับสนุนการคัดเลือกผู้ออกแบบได้ต่อไป

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบในโครงการก่อสร้างโดยเจ้าของโครงการ เนื่องจากผู้ออกแบบเป็นกลุ่มที่มีอิทธิพลกลุ่มหนึ่งต่อการประสบผลสำเร็จของโครงการก่อสร้าง หากสามารถคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีความสามารถและความชำนาญ ตรงกับลักษณะความต้องการของโครงการได้แล้วจึงมีโอกาสอย่างมากที่การพัฒนาแบบเพื่อการก่อสร้างสามารถทำไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ในปัจจุบันมีผู้วิจัยหลายท่านได้นำเสนอรูปแบบของแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบที่แตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวนั้นมีข้อจำกัดร่วมกันอยู่บางประการ กล่าวคือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมุติว่าการประเมินผู้ออกแบบทำโดยผู้ประเมินเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ร่วมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าในขณะทำการประเมิน และแบบจำลองส่วนใหญ่ไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงไปของสถานการณ์ขณะทำการประเมิน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแบบจำลองที่มีอยู่ขาดความสามารถดังต่อไปนี้ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคนผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ (2) รวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และ (3) มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในขณะทำการประเมินโดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

ในการพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility function) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการประเมินผู้ออกแบบเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมิน แต่อย่างไรก็ตามทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นั้นสามารถใช้กับผู้ประเมินได้เพียงคนเดียวเท่านั้น จึงไม่สามารถใช้ทฤษฎีดังกล่าวเพียงอย่างเดียวในการพัฒนาแบบจำลอง และเพื่อลดข้อจำกัดนี้ลงจึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social welfare function) เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อใช้ในการหาผลการประเมินโดยรวมของกลุ่มผู้ประเมินที่มีหลายคนได้ นอกจากนี้เพื่อให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะทำการประเมิน ดังนั้นจึงได้พัฒนาแบบจำลองในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อรองรับความสามารถดังกล่าว โดยกระบวนการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นส่วนแสดงผลโต้ตอบกับผู้ใช้งานและรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน โดยมีพื้นฐานของโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาคือ Visual Basic for Applications (VBA) และ (2) ส่วนทำการคำนวณและประมวลผล ซึ่งเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากส่วนแรกแล้วทำการคำนวณและประมวลผล จากนั้นจึงส่งผลลัพธ์กลับไปยังส่วนแรกเพื่อแสดงผลให้กับผู้ใช้งานได้ทราบต่อไป ซึ่งในส่วนนี้ใช้โปรแกรม Microsoft excel เป็นพื้นฐานในการ

พัฒนา หลังจากกระบวนการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์แล้ว แบบจำลองจะทำการจัดลำดับผู้ออกแบบจากการประเมินโดยเรียงลำดับตามบริษัทผู้ออกแบบที่มีค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนสูงที่สุด ไปยังบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนต่ำสุด เพื่อเป็นข้อมูลกับกลุ่มผู้ประเมินในการพิจารณาคัดเลือกผู้ออกแบบที่มีคุณสมบัติดีที่สุด

จากที่กล่าวมาแล้วถึงที่มาของงานวิจัยซึ่งนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงกระบวนการพัฒนาแบบจำลอง อันมีรายละเอียดต่อไปนี้

6.1.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผู้ออกแบบ

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ โดยศึกษาจากบทความทางวิชาการ วารสารวิชาการ วิทยานิพนธ์ และตำราวิชาการทั้งต่างประเทศและในประเทศ โดยจะกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการคัดเลือกหรือแบบจำลองการคัดเลือกผู้ออกแบบ ในส่วนของบทความจากการทบทวนวรรณกรรมจะศึกษาทั้งการคัดเลือกผู้ออกแบบสถาปนิก วิศวกร ในลักษณะโครงการก่อสร้างที่ต่างกันไป ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมสามารถศึกษาถึงที่มา แนวคิด และกระบวนการของแบบจำลอง รวมถึงวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของแบบจำลองที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถมากขึ้น และจากการศึกษาดังกล่าวพบว่าแบบจำลองที่มีอยู่มีข้อจำกัดร่วมกันอยู่ดังต่อไปนี้ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมุติว่าการประเมินผู้ออกแบบทำโดยผู้ประเมินเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่รวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าในขณะทำการประเมิน และแบบจำลองส่วนใหญ่ไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงไปของสถานการณ์ขณะทำการประเมิน ส่งผลให้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแบบจำลองที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- รวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคน
- รวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน
- ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

หลังจากที่ทราบข้อจำกัดของแบบจำลองที่มีอยู่แล้ว ทำให้สามารถพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถในการลดข้อจำกัดที่มีอยู่ โดยแบบจำลองดังกล่าวจะถูกพัฒนาบนพื้นฐานของทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (Utility function) และทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (Social welfare function) โดยกระบวนการพัฒนาแบบจำลองจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

6.1.2 แบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ

แบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบนี้ถูกพัฒนาบนพื้นฐานของ แบบจำลองแบบถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาหลายปัจจัย รวมถึงสามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคนเข้าไปขณะทำการประเมินผล เพื่อให้ได้ผลการประเมินออกมาในรูปของความพึงพอใจหรือการตัดสินใจโดยรวมของกลุ่มผู้ประเมิน เพื่อให้ได้ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวจำเป็นต้องพัฒนากระบวนการของแบบจำลองโดยอาศัยพื้นฐานทฤษฎีหรือขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1.2.1 ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

เพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมินผู้ออกแบบนั้น กล่าวได้ว่าการนำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เข้ามาประยุกต์ใช้เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง โดยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้จะสามารถรวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความพึงพอใจเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการประเมินผู้ออกแบบ และ (2) ความพึงพอใจเกี่ยวกับการวัดค่าอรรถประโยชน์โดยรวมเอาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไว้ในการประเมินด้วย กล่าวคือฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางในการกำหนดคุณค่าให้กับแต่ละปัจจัยและสะท้อนความพึงพอใจออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้ประเมินให้กับแต่ละปัจจัยโดยรวมเอาความเสี่ยงเข้าไปขณะทำการประเมินด้วย แต่อย่างไรก็ตามการหาฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัยนั้นเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลามากและยิ่งหากหาค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับหลายปัจจัยยิ่งเป็นเรื่องยุ่งยากซับซ้อนอย่างมากสำหรับผู้ประเมิน ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการนำเสนอรูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ขึ้นมา คือ ***ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย*** *(Multi-attribute utility function)* ซึ่งฟังก์ชั่นพิเศษดังกล่าวยังมีขั้นตอนการวัดและรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปอีกมาก โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบที่มีความนิยมกันมาก คือ *การรวมปัจจัยด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive)* โดยรายละเอียดขั้นตอนการให้ค่าอรรถประโยชน์ได้นำเสนอในหัวข้อที่ 4.2.1

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ในความสามารถรองรับการประเมินโดยผู้ประเมินได้เพียงคนเดียว ซึ่งไม่สามารถรองรับจากความต้องการประเมินผู้ออกแบบที่โดยทั่วไปแล้วนิยมทำการประเมินโดยผู้ประเมินหลายคน เพื่อจัดการกับข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

นอกจากนี้การประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินหลายคน ส่งผลให้เกิดความหลากหลายและความแตกต่างในด้านทัศนคติหรือความเห็นของแต่ละบุคคล เช่น ความพึงพอใจในปัจจัยการประเมินผู้ออกแบบที่แตกต่างกัน ความพึงพอใจในน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน รวมไปถึงน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละคนที่อาจแตกต่างกัน ส่งผลให้ยากในการหาข้อสรุปผลการตัดสินใจของผู้ประเมินหลายคนได้ ดังนั้นเพื่อจัดการกับปัญหาดังกล่าวจึงได้นำเอา

ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีความสามารถในการรวบรวมค่าอรรถประโยชน์และความพึงพอใจของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกัน และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผู้ออกแบบได้ต่อไป

จากการประยุกต์และใช้ร่วมกันของทฤษฎีดังกล่าวทำให้สามารถพัฒนาแบบจำลองที่มีสามารถรวบรวมความเสี่ยงและความพึงพอใจของกลุ่มคนแสดงออกมาในรูปแบบของผลการตัดสินใจรวมของกลุ่มผู้ประเมินได้ ต่อจากนี้จะกล่าวถึงกระบวนการของแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1.2.2 ปัจจัยการประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร

จากการทบทวนวรรณกรรม ไชยา สัจจารุ่งเรือง [8] ได้พัฒนาปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเพื่อการประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญดังกล่าวมาใช้เป็นปัจจัยที่แนะนำและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำ เพื่อการประเมินผู้ออกแบบในแบบจำลองในงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดของปัจจัยดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำในแบบจำลอง [8]

ปัจจัย	น้ำหนักความสำคัญ
การประสานงานโครงการ	15%
การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	17%
การออกแบบ	51%
การบริหารจัดการ	11%
การตรวจสอบคุณภาพ	6%

6.1.2.3 กระบวนการของแบบจำลองและโปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนั้น ได้ทำการแบ่งกระบวนการของการประเมินผู้ออกแบบออกเป็น 2 กระบวนการหลัก ประกอบด้วย (1) กระบวนการประเมินความสามารถผู้ออกแบบ และ (2) กระบวนการประเมินความสามารถและราคาของผู้ออกแบบ โดยในกระบวนการที่ (1) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ การสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมิน การเลือกปัจจัย การสมดุลปัจจัย และการวัดปัจจัย ส่วนในกระบวนการที่ (2) นั้นประกอบด้วยขั้นตอนการประเมิน 3 ขั้นตอนดังนี้ การสมดุลค่าความสำคัญระหว่างความสามารถต่อราคา การนำเสนอค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำสำหรับการประเมินผู้ออกแบบด้านราคา และการวัดค่าอรรถประโยชน์

ด้านราคา ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการประเมินผลทั้ง 2 กระบวนการแล้ว แบบจำลองจะแสดงผลการประเมิน ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

เพื่อให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ขณะทำการประเมิน จึงได้พัฒนาแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งส่วนการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ประเมิน โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนแสดงกรอบเมนูโต้ตอบและรับข้อมูลจากผู้ประเมิน ซึ่งพัฒนาบนพื้นฐานของโปรแกรม Visual basic for applications (VBA) โดยหลังจากรับข้อมูลมาแล้วจะส่งข้อมูลไปยังส่วนต่อไป คือ ส่วนคำนวณและประมวลผลข้อมูล ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการรับข้อมูลมาทำการคำนวณผ่านฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ในแผ่นงาน (Work sheet) ที่พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Microsoft excel และหลังจากประมวลผลแล้วเสร็จ จะส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณกลับไปยังส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานเพื่อแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ โดยอยู่ในรูปตาราง เรียงลำดับผู้ประเมินตามระดับคะแนนหรือค่าอรรถประโยชน์โดยรวมของกลุ่มคน ซึ่งเรียงลำดับจากผู้ที่มีคะแนนสูงสุดเป็นคนแรก เรียกว่าเป็นผู้ออกแบบที่ดีที่สุด ไล่ไปจนถึงผู้ออกแบบที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนต่ำสุด ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับกลุ่มผู้ประเมินในการพิจารณาเปรียบเทียบและคัดเลือกผู้ออกแบบต่อไป

หลังจากทำพัฒนาแบบจำลองแล้ว เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานมากขึ้น รวมถึงเพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย นั่นคือ รวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินหลายคน รวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งรายละเอียดในการทดสอบจะกล่าวดังต่อไปนี้

6.1.2.4 การทดสอบแบบจำลอง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นได้ถูกทดสอบใน 4 ประเด็น คือ การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) การทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม (Verification) การทดสอบความถูกต้อง (Validation) และการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis) โดยการทดสอบจะนำข้อมูลจริงจากตัวอย่างการประเมินผู้ออกแบบในโครงการก่อสร้าง 2 โครงการ และผลจากการทดสอบพบว่า (1) แบบจำลองสามารถประเมินผู้ออกแบบโดยผู้ประเมินหลายคนได้ (2) แบบจำลองได้พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนรวมเข้าไปขณะทำการประเมิน และ (3) แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ นำไปสู่ผลลัพธ์จากการประเมินที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ประเมินมากที่สุด โดยแบบจำลองนี้จะทำการเลือกบริษัทผู้ออกแบบที่ดีที่สุด รวมถึงแสดงผลการประเมินโดยจัดลำดับความสามารถของผู้ออกแบบ ตามค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนที่

แต่ละบริษัทได้รับ จากบริษัทที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด เพื่อใช้เป็นแนวทางและข้อมูลสนับสนุนเพื่อประเมินผลและคัดเลือกผู้ออกแบบได้ต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร เพื่อให้สามารถประเมินผู้ออกแบบได้ใกล้เคียงกับความต้องการของกลุ่มผู้ประเมินมากที่สุด ดังนั้นเพื่อพัฒนาศักยภาพของแบบจำลองให้ตรงตามความต้องการเพิ่มมากขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- พัฒนาแบบจำลองในรูปแบบของภาษาอังกฤษ เนื่องจากในปัจจุบันมีชาวต่างชาติเข้ามาทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างมากขึ้น และส่วนใหญ่ดำรงตำแหน่งในระดับผู้บริหารซึ่งมีอิทธิพลและมีส่วนการตัดสินใจในรายละเอียดของงานก่อสร้าง ดังนั้นเพื่อให้การประเมินไม่จำกัดอยู่เฉพาะผู้ที่มีความรู้ในภาษาไทยเท่านั้น การพัฒนาแบบจำลองเป็นภาษาอังกฤษจะมีส่วนช่วยให้การประเมินผู้ออกแบบโดยกลุ่มผู้ประเมินที่มีชาวต่างชาติอยู่ด้วยสามารถใช้พื้นฐานในการประเมินเป็นไปในแนวทางเดียวกัน
- การพัฒนาแบบจำลองให้อยู่ในรูปของอินเตอร์เนต (Web version) เพื่อให้การใช้งานสามารถขยายวงได้กว้างขวางขึ้น การพัฒนาแบบจำลองในภาษา HTML จะช่วยให้ผู้ประเมินไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวกัน ซึ่งผู้ประเมินบางคนสามารถประเมินผู้ออกแบบผ่านอินเตอร์เนต และส่งผลการประเมินเข้ามายังศูนย์กลางเพื่อใช้รวบรวมและประมวลผลการคัดเลือกผู้ออกแบบได้ต่อไป
- การพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อให้รองรับความสามารถในการจัดเก็บข้อมูล หรือการทำฐานข้อมูล เนื่องจากบางกรณีเจ้าของโครงการมีโครงการก่อสร้างจำนวนมากและต้องทำการประเมินผู้ออกแบบหลายครั้ง การพัฒนาความสามารถให้แบบจำลองสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้จะส่งผลให้เจ้าของโครงการมีข้อมูลในอดีตของผู้ออกแบบที่ได้เคยเข้าร่วมประมูลหรือเคยทำงานให้กับเจ้าของโครงการแล้ว เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเพิ่มเติมในการตัดสินใจคัดเลือกผู้ออกแบบต่อไป
- ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองที่สามารถประเมินผู้ออกแบบได้สูงสุด 9 บริษัท โดยใช้ผู้ประเมินได้สูงสุด 9 ราย และใช้ปัจจัยในการประเมินได้สูงสุด 9 ปัจจัย ซึ่งควรทำการพัฒนาให้โปรแกรมสามารถทำการประเมินโดยทั้งจำนวนของผู้ประเมิน จำนวนของบริษัทผู้ออกแบบ และจำนวนของปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน สามารถใส่ได้ไม่จำกัด เพื่อรองรับการใช้งานของโปรแกรมให้ได้กว้างขวางเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Yean YNG Ling, Model for Predicting Performance of Architects and Engineers, Journal of Construction Engineering and Management, September-October, Page 446-455, 2002

[2] Building Research Establishment, Quality in Traditional Housing, And Investigation into Faults and their Avoidance, BRE Garston, 1982

[3] Yean YNG Ling, A conceptual model for selection of architects by project managers in Singapore, International Journal of Project Management, Vol.21, Page 135-144, 2003

[4] Khaled Al-Reshaid, Nabil Kartam, Design-build prequalification and tendering approach for public projects, International Journal of Project Management, Vol.23, Page 309-320, 2005

[5] ไชยา สัจจารุ่งเรือง, การประเมินความสามารถของผู้ออกแบบงานอาคาร: มุมมองของเจ้าของ, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, 2548

[6] Ernesto A. Avila, Demystifying the Local Agency Procurement and Selection Process for Process for Professional Engineering Consultant Services, Journal of Management in Engineering, March/April, Page 92-95, 1997

[7] Abdul Ghani Khalaf, Mohamed A. Redha, Procedure for evaluation of proposals for consultancy services for water production facilities of the Ministry of Electricity and Water, Kingdom of Bahrain, Desalination, Vol.152, Page 93-102, 2002

[8] J. Pongpeng, A Computer Software Tool for Tender Evaluation International Symposium on Globalization and Construction, CIB-SCE AIT, 2004

[9] Jakrapong Pongpeng and John Liston, A Multicriteria model's survey: State of the art and some necessary capabilities of future models, Construction Management and Economics, Vol.21, Page 665-670, 2003

[10] Jakrapong Pongpeng and John Liston, TenSem; a Multicriteria and Multiddecision-makers model in tender Evaluation, Construction Management and Economics, Vol.21, Page 21-30, 2003

[11] ภัคพงษ์ เหลืองบงกช, แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, 2549

[12] Pongpeng J., Confirmation of PhD Candidature, QUT Brisbane, Page 61-68, 2000

[13] Cohon J.L., Multiobjective Programming and Planning, Academic Progress New York, Page 212-225, 1978

[14] S. Thomas Ng and Lai-Kit Chow, Framework for Evaluating the Performance of Engineering Consultants, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, October, Page 280-288, 2004

[15] จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง, การสำรวจแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัย: แนวความคิดปัจจุบัน และความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองในอนาคต, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, หน้า CEM - 59-64, 2545

[16] จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง, การสำรวจแนวความคิดและแบบจำลองที่เกี่ยวกับการคัดเลือกผู้รับเหมา: ทิศทางการพัฒนาแบบจำลอง, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9, หน้า CEM – 12-16, 2547

[17] John Walkenbach, Microsoft Excel 2000 Power Programming with VBA, Hungry Minds New York

[18] วรานันท์ วงศ์วิศว์, รู้ลึก รู้จริง Visual Basic Applications, SPC Books

[19] Avila, E. A., 1997. Demystifying the Local Agency Procurement and Selection Process for Process for Professional Engineering Consultant Services. Journal of Management in Engineering, March/April: 92-95.

[20] Gupta, S. K. and Cozzolino, J. M., 1974. Fundamental of operations research for management. San Francisco: Holden-Day.

[21] Zeleny, M., 1982. Multiple criteria decision making. New York: McGraw-Hill.

ภาคผนวก ก.

แบบกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ

แบบกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลองการประเมินผู้ออกแบบ

(กรุณากรอก 3 ส่วน คือ I, II และ III ในบริเวณที่เว้นช่องว่าง และแรเงา)

I. ข้อมูลสำคัญของโครงการ

1. ชื่อโครงการ.....
2. เจ้าของโครงการ.....
3. ตัวแทนของเจ้าของ (ถ้ามี).....
4. วันเริ่มโครงการ.....
5. ระยะเวลาโครงการ.....
6. คำอธิบายสั้นๆ เกี่ยวกับโครงการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. รายชื่อผู้ทำการประเมินผู้ออกแบบโดยรวมทั้งความสามารถและราคา

7.1 ผู้ประเมินคนที่ 1.... .....
7.2 ผู้ประเมินคนที่ 2.... .....
7.3 ผู้ประเมินคนที่ 3.... .....
7.4 ผู้ประเมินคนที่ 4.... .....
7.5 ผู้ประเมินคนที่ 5.... .....
7.6 ผู้ประเมินคนที่ 6.... .....
7.7 ผู้ประเมินคนที่ 7.... .....
7.8 ผู้ประเมินคนที่ 8.... .....
7.9 ผู้ประเมินคนที่ 9.... .....

8. รายชื่อผู้ออกแบบที่เสนอราคา

8.1 ผู้ออกแบบรายที่ 1.... .....

8.2 ผู้ออกแบบรายที่ 2.... .....

8.3 ผู้ออกแบบรายที่ 3.... .....

8.4 ผู้ออกแบบรายที่ 4.... .....

8.5 ผู้ออกแบบรายที่ 5.... .....

8.6 ผู้ออกแบบรายที่ 6.... .....

8.7 ผู้ออกแบบรายที่ 7.... .....

8.8 ผู้ออกแบบรายที่ 8.... .....

8.9 ผู้ออกแบบรายที่ 9.... .....

9. ผลการประเมินผู้ออกแบบ

9.1 ผู้ชนะการประเมิน คือ

.....

9.2 ลำดับที่เกี่ยวกับการประเมิน ดังนี้

ลำดับที่	ผู้ออกแบบ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

II. การวิเคราะห์ความสามารถของผู้ออกแบบ

สำหรับผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจคนที่ .....

1. กรุณาใส่**น้ำหนัก**ให้กับปัจจัยในตารางข้างล่างนี้

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน	น้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ, %	น้ำหนักของปัจจัยที่ท่านคิดว่าเหมาะสม, %
1	การประสานงาน	15	
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	17	
3	การออกแบบ	51	
4	การบริหารจัดการ	11	
5	การตรวจสอบคุณภาพ	4	

หมายเหตุ: ถ้าท่านต้องการคำอธิบายความหมายของแต่ละปัจจัยเพิ่มเติม กรุณาดูที่ **คู่มือการประเมินผู้ออกแบบ**

2. กรุณาใส่**ค่าอรรถประโยชน์**ให้กับปัจจัย สำหรับผู้ออกแบบแต่ละคน ในตารางข้างล่างนี้

ค่าอรรถประโยชน์ หมายถึง ค่าความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อปัจจัยของผู้ออกแบบ ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการประเมินผู้ออกแบบรายนั้นๆ ค่าอรรถประโยชน์ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย

1 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมากๆ

10 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมากๆ

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน	ค่าอรรถประโยชน์								
		ผู้ออกแบบ 1	ผู้ออกแบบ 2	ผู้ออกแบบ 3	ผู้ออกแบบ 4	ผู้ออกแบบ 5	ผู้ออกแบบ 6	ผู้ออกแบบ 7	ผู้ออกแบบ 8	ผู้ออกแบบ 9
1	การประสานงาน									
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน									
3	การออกแบบ									
4	การบริหารจัดการ									
5	การตรวจสอบคุณภาพ									

III. การวิเคราะห์ราคาที่ยื่นประมูล ร่วมกับ ความสามารถของผู้ออกแบบจากส่วนที่ II

3. กรุณาใส่**น้ำหนัก**ความสำคัญเปรียบเทียบระหว่าง (a) ความสามารถของผู้ออกแบบ และ (b) ราคาที่ยื่นประมูล ในตารางข้างล่างนี้

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน	น้ำหนักความสำคัญที่ท่านคิดว่าเหมาะสม, %
1	ความสามารถของผู้ออกแบบ	
2	ราคาของโครงการที่ยื่นประมูล	

4. กรุณาใส่ค่า**ค่าอรรถประโยชน์**ให้กับ ราคาที่ยื่นประมูลของผู้ออกแบบแต่ละราย ในตารางข้างล่างนี้

- **ค่าอรรถประโยชน์** หมายถึง ค่าความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อราคาของโครงการที่ยื่นประมูลโดยผู้ออกแบบ ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเลือกผู้ออกแบบรายนั้นๆ
- **การใส่ค่าอรรถประโยชน์** ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย
  - **1** หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมากๆ
  - **10** หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมากๆ

ลำดับที่	ผู้ออกแบบ	ราคาที่ผู้ออกแบบเสนอ, บาท	ค่าอรรถประโยชน์ที่ท่านคิดว่าเหมาะสม
1	ผู้ออกแบบ 1		
2	ผู้ออกแบบ 2		
3	ผู้ออกแบบ 3		
4	ผู้ออกแบบ 4		
5	ผู้ออกแบบ 5		
6	ผู้ออกแบบ 6		
7	ผู้ออกแบบ 7		
8	ผู้ออกแบบ 8		
9	ผู้ออกแบบ 9		

ภาคผนวก ข.

คู่มือการวิเคราะห์เพื่อการประเมินผู้ออกแบบ

คู่มือ
การวิเคราะห์เพื่อการประเมินผู้ออกแบบ

ประกอบด้วย

I. ความหมายของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

II. วิธีการหาค่าอรรถประโยชน์

I. ความหมายของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ปัจจัยเพื่อใช้ในการประเมินความสามารถของผู้ออกแบบ แบ่งออกเป็น 5 ปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

1. การประสานงานโครงการ
2. การเขียนแบบและจัดทำรายงาน
3. การออกแบบ
4. การบริหารจัดการ
5. การตรวจสอบคุณภาพ

ซึ่งแต่ปัจจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. **การประสานงานโครงการ** ดูที่
    1.1. การร่วมประชุมในขั้นตอนของงานก่อสร้าง
    1.2. การร่วมตรวจสอบงานและทดสอบ
    1.3. ความสามารถในการแก้ปัญหาของโครงการ
    1.4. ความเอาใจใส่ในการเข้าไปรับผิดชอบในงานที่ยาก
    1.5. กระบวนการอนุมัติแบบ วัสดุและการตอบข้อสงสัย

2. **การเขียนแบบและจัดทำรายงาน** ดูที่
    2.1. การเร็วในการเขียนแบบ
    2.2. ความครบถ้วนของแบบที่เขียนเสร็จแล้ว

3. **การออกแบบ** ดูที่

3.1. คุณสมบัติของผู้ออกแบบและการติดต่อสื่อสาร ประกอบด้วย

3.1.1. ความเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์เจ้าของ

3.1.2. ความเข้าใจถึงธรรมชาติของงานที่ได้รับ

3.1.3. การประสานงานกับแบบงานอื่น

3.1.4. การให้ความเห็นหรือมีข้อเสนอแนะ

3.1.5. การดำเนินงานตามที่ได้ตกลง

3.1.6. อายุงานที่ทำเกี่ยวกับงานออกแบบ

3.1.7. ประสพการณ์ในลักษณะเดียวกัน

3.1.8. ความสามารถในการแก้ปัญหา

3.1.9. ความเร็วในการออกแบบ

3.2. งบประมาณ ประกอบด้วย

3.2.1. การกำหนดราคาค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร

3.3. เวลา ประกอบด้วย

3.3.1. แผนการทำงานที่ชัดเจน

3.3.2. การปฏิบัติตามแผน และผลักดันให้ดำเนินงานตามแผน

3.4. คุณภาพของแบบ

3.4.1. ความง่ายต่อการปรับเปลี่ยนแบบ

3.4.2. ความครบถ้วนของรายละเอียดและข้อกำหนด

3.4.3. มาตรฐานของชิ้นส่วนที่ออกแบบ

3.4.4. การซ่อมบำรุง

3.4.5. อายุการใช้งาน

3.4.6. ความสามารถในการสร้างได้

4. **การบริหารจัดการ** ดูที่

4.1. การจัดทำเอกสารระหว่างการออกแบบและช่วงประกวดราคา

4.2. การปรับปรุงแผนการทำงานอย่างถูกต้อง และสม่ำเสมอ

5. **การตรวจสอบคุณภาพ** ดูที่

5.1. การตรวจสอบความสามารถในการก่อสร้างได้

II. วิธีการหาค่าอรรถประโยชน์

1. ความหมายของค่าอรรถประโยชน์

หมายถึง ค่าความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อปัจจัยของผู้ออกแบบ ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเลือกผู้ออกแบบรายนั้นๆ ค่าอรรถประโยชน์ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย

1 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมากๆ

10 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมากๆ

2. การวัดค่าอรรถประโยชน์

ทัศนคติของคนโดยทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (1) ผู้ที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง, Risk Neutrality, (2) ผู้ที่มีทัศนคติที่ไม่ชอบความเสี่ยง, Risk Aversion และ (3) ผู้ที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง, Risk Propensity ดังแสดงในรูปที่ ข.1

ถ้าไม่คำนึงถึงความเสี่ยง คนประเภทที่ (1) จะให้ค่าอรรถประโยชน์เท่ากับ U_{RN} ค่าความแตกต่างของคนประเภทที่ (2) และ (3) กับ คนประเภทที่ (1) คือ ค่าความเบี่ยงเบนออกจากคนประเภทที่ (1) ค่าความเบี่ยงเบนที่อยู่เหนือ U_{RN} มีผลมาจากทัศนคติชอบความเสี่ยง (เขียนแทนด้วย U_{RP}) ส่วนค่าความเบี่ยงเบนที่ต่ำกว่า U_{RN} มีผลมาจากทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (เขียนแทนด้วย U_{RA}) ค่าความเบี่ยงเบนนี้จะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ ระดับความรุนแรงของทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของบุคคลนั้นๆ ถ้าท่านเป็นคนอยู่ในประเภท

- ไม่ชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่า U_{RN}
- ชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าค่า U_{RN}

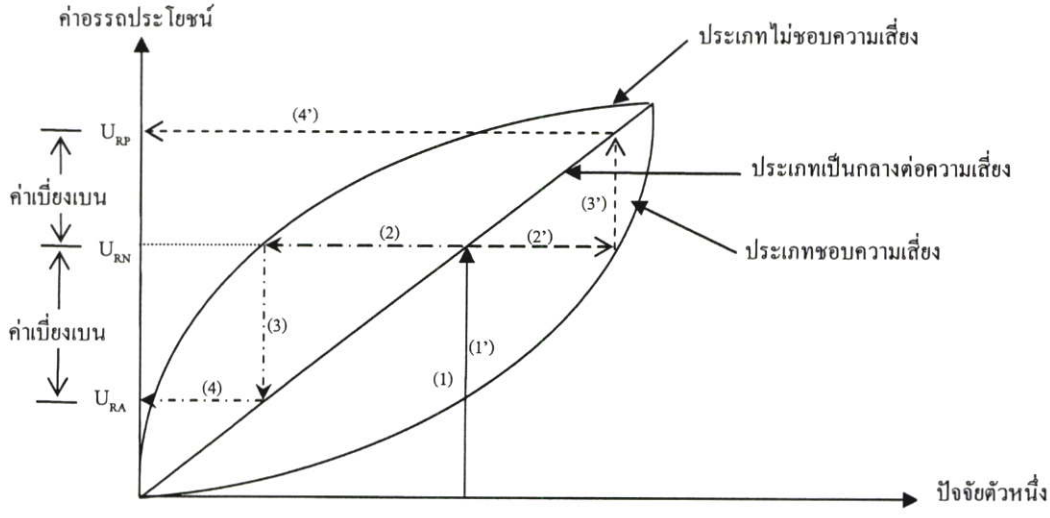
เพื่อความง่ายในการให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัยขอให้ท่านทำตามขั้นตอนดังนี้

(a) คิดถึงค่าคะแนนของปัจจัยนั้นๆ ที่ผู้ออกแบบที่ท่านกำลังพิจารณาควรจะได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเสี่ยง

(b) คิดถึงความเสี่ยงของการเลือกผู้ออกแบบที่ท่านกำลังพิจารณา โดยความเสี่ยงนี้มีผลมาจากสภาพเศรษฐกิจ สภาพกดดันทางการเมือง สภาพการแข่งขัน และอื่นๆ

(c) ให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยนั้นๆ ตามทัศนคติของท่านที่มีต่อความเสี่ยง ดังนี้

- ถ้าท่านเป็นคนไม่ชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่าที่ท่านคิดในข้อ (a)
- ถ้าท่านเป็นคนชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าค่าที่ท่านคิดในข้อ (a)



รูปที่ ข.1 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์ (แสดงในวงเล็บ)

ภาคผนวก ค.

ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถ สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	19.23	15	17	21	23	-3.8	-1.9	1.9	3.8
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	15.38	12	14	17	18	-3.1	-1.5	1.5	3.1
3	การออกแบบ	46.15	37	42	51	55	-9.2	-4.6	4.6	9.2
4	การบริหารจัดการ	11.54	9	10	13	14	-2.3	-1.2	1.2	2.3
5	การตรวจสอบคุณภาพ	7.7	6	7	8	9	-1.5	-0.8	0.8	1.5

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถ สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	20	16	18	22	24	-4.0	-2.0	2.0	4.0
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	15	12	14	17	18	-3.0	-1.5	1.5	3.0
3	การออกแบบ	52	42	47	57	62	-10.4	-5.2	5.2	10.4
4	การบริหารจัดการ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
5	การตรวจสอบคุณภาพ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของการเปรียบเทียบความสามารถต่อราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ความสามารถ	60	48	54	66	72	-12.0	-6.0	6.0	12.0
2	ราคา	40	32	36	44	48	-8.0	-4.0	4.0	8.0

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของการเปรียบเทียบความสามารถต่อราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ความสามารถ	50	40	45	55	60	-10.0	-5.0	5.0	10.0
2	ราคา	50	40	45	55	60	-10.0	-5.0	5.0	10.0

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 1 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
3	การออกแบบ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
4	การบริหารจัดการ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
5	การตรวจสอบคุณภาพ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 2 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
3	การออกแบบ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
4	การบริหารจัดการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
5	การตรวจสอบคุณภาพ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ค.7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 3 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
3	การออกแบบ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
4	การบริหารจัดการ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
5	การตรวจสอบคุณภาพ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8

ตารางที่ ค.8 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 1 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	การออกแบบ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	การบริหารจัดการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	การตรวจสอบคุณภาพ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ค.9 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 2 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	การออกแบบ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
4	การบริหารจัดการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	การตรวจสอบคุณภาพ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ค.10 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยการประเมินความสามารถของบริษัทผู้ออกแบบรายที่ 3 สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	การประสานงาน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	การเขียนแบบและจัดทำรายงาน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	การออกแบบ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	การบริหารจัดการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	การตรวจสอบคุณภาพ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ค.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ผู้ออกแบบ	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ผู้ออกแบบรายที่ 1	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	ผู้ออกแบบรายที่ 2	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
3	ผู้ออกแบบรายที่ 3	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8

ตารางที่ ค.12 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์ของการประเมินราคา สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ผู้ออกแบบ	ค่าอรรถประโยชน์เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ผู้ออกแบบรายที่ 1	10	8	9	11	12	-2.0	-1.0	1.0	2.0
2	ผู้ออกแบบรายที่ 2	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	ผู้ออกแบบรายที่ 3	2	2	2	2	2	-0.4	-0.2	0.2	0.4

ภาคผนวก ง.

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ง.1 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย "การประสานงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-0.33	0.29	0	-0.17	0.15	0
-10	-0.59	-0.23	-0.38	-0.31	-0.13	-0.25
10	0.62	0.26	0.4	0.32	0.14	0.27
20	-0.26	-0.83	-0.61	-0.14	-0.45	-0.4

ตารางที่ ง.2 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย "การเขียนแบบและจัดทำรายงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	0.11	-0.23	0	0.06	-0.13	0
-10	0.59	0.57	0.61	0.31	0.31	0.4
10	0.4	0.52	0.4	0.2	0.28	0.27
20	0.11	0.49	0.22	0.06	0.26	0.15

ตารางที่ ง.3 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย "การออกแบบ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	0.22	-0.13	0	0.11	-0.07	0
-10	-0.26	-0.34	-0.38	-0.14	-0.18	-0.25
10	-0.11	0.18	0	-0.06	0.1	0
20	0.37	0.96	0.61	0.19	0.51	0.4

ตารางที่ ง.4 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย "การบริหารจัดการ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-0.37	-0.23	-0.38	-0.19	-0.13	-0.25
-10	0.59	0.7	0.61	0.31	0.38	0.4
10	0	-0.08	0	0	-0.04	0
20	0.99	0.89	1.01	0.51	0.47	0.67

ตารางที่ ง.5 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย "การตรวจสอบคุณภาพ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	0.59	0.86	0.61	0.31	0.46	0.4
-10	-0.59	-0.55	-0.61	-0.31	-0.29	-0.4
10	0	0	0	0	0	0
20	0	-0.08	0	0	-0.04	0

ตารางที่ ง.6 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย "การประสานงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-4.7	-4.27	-3.69	-2.42	-2.28	-2.43
-10	-2.35	-1.48	-2.4	-1.21	-0.79	-1.59
10	2.35	2.79	2.4	1.21	1.49	1.59
20	4.7	6.88	1.44	2.42	3.67	0.95

ตารางที่ ง.7 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย "การเขียนแบบและจัดทำรายงาน" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-2.79	-3.31	-2.85	-1.44	-1.77	-1.88
-10	-1.8	-2.14	-1.84	-0.93	-1.14	-1.21
10	1.82	2.16	1.87	0.94	1.15	1.23
20	2.81	3.33	2.88	1.45	1.78	1.9

ตารางที่ ง.8 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย "การออกแบบ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-8.92	-10.58	-9.12	-4.59	-5.65	-6.01
-10	-5.89	-3.59	-6.02	-3.03	-1.92	-3.97
10	5.89	6.98	6.02	3.03	3.73	3.97
20	8.92	10.58	9.12	4.59	5.65	6.01

ตารางที่ ง.9 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย "การบริหารจัดการ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-2.07	-2.45	-2.11	-1.06	-1.31	-1.39
-10	-1.27	-0.94	-1.3	-0.66	-0.5	-0.86
10	1.3	1.54	1.33	0.67	0.82	0.87
20	2.09	3.41	2.13	1.07	1.82	1.41

ตารางที่ ง.10 ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย "การตรวจสอบคุณภาพ" เปลี่ยนแปลงในช่วง ±20%

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย	ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ด้านความสามารถที่เปลี่ยนแปลงไป			ร้อยละของค่าอรรถประโยชน์ทั้งความสามารถและราคาที่เปลี่ยนแปลงไป		
	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3	ผู้ออกแบบรายที่ 1	ผู้ออกแบบรายที่ 2	ผู้ออกแบบรายที่ 3
-20	-1.27	-0.89	-1.3	-0.66	-0.47	-0.86
-10	-0.75	-0.63	-0.76	-0.38	-0.33	-0.5
10	0.75	0.89	0.76	0.38	0.47	0.5
20	1.27	0.89	1.3	0.66	0.47	0.86

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายฑีฆะวัฒน์ ปั้นมีรส
วัน เดือน ปีเกิด	21 กุมภาพันธ์ 2522 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	13 ซอยชุ่มชื่น ถนนอโศก-ดินแดง แขวงดินแดง เขตดินแดง จังหวัดกรุงเทพฯ 10400
ประวัติการศึกษา	2544 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ประสบการณ์การทำงาน	2544-2548 ตำแหน่งวิศวกรโยธา บริษัทโปรเจคแพลนนิ่งเซอร์วิส จำกัด 2548-ปัจจุบัน ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บริษัทกรุงเทพดุสิตเวชการ จำกัด (มหาชน)