

การประยุกต์ใช้โปรแกรมบนเว็บสำหรับประเมินความสามารถ
ของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร

A WEB APPLICATION FOR EVALUATING ABILITY OF
BUILDING-WORK SUBCONTRACTORS

มนนิภา สารถกิจ
MONNIPA SARATAKIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและอาคารจักร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2000-EN-M-090-037

การประยุกต์ใช้โปรแกรมบนเว็บสำหรับประเมินความสามารถ
ของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร

A WEB APPLICATION FOR EVALUATING ABILITY OF
BUILDING-WORK SUBCONTRACTORS



T105054

มนนิภาร์ สารตกิจ

MONNIPA SARATAKIT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 105054
วัน,เดือน,ปี 1 2 พ.ย. 2552



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-EN-M-090-037

**A WEB APPLICATION FOR EVALUATING ABILITY OF
BUILDING-WORK SUBCONTRACTORS**

MONNIPA SARATAKIT

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2009

KMITL-2009-EN-M-090-037






COPYRIGHT 2009

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้โปรแกรมบนเว็บสำหรับประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร
Thesis Title A Web Application for Evaluating Ability of Building-Work Subcontractors
นักศึกษา นางสาวมนนิการ์ สารถกิจ
รหัสประจำตัว 50061605
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2009-EN-M-090-037

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.นันทวัฒน์	จรัสโรจน์ธนเดช	
ดร. วุฒิชัย	ชาติพัฒนานันท์	
ผศ.แหลมทอง	เหล่าคงถาวร	
ผศ.ดร.แดง	เหรียญสุวรรณ	
รศ.ดร.จักรพงษ์	พงษ์เพ็ง	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 เวลา 09.30-11.30 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 3 ห้องประชุม 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2552

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้โปรแกรมบนเว็บสำหรับประเมินความสามารถ
นักศึกษา	ของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร
รหัสนักศึกษา	นางสาวมนนิการ์ สารดกิจ
ปริญญา	50061605
สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
พ.ศ.	วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	2552
	รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยปกติผู้รับเหมาหลักมักจะว่าจ้างผู้รับเหมาช่วงในการทำงานส่วนที่ต้องการความชำนาญเฉพาะด้าน แต่การทำงานของผู้รับเหมาช่วงอาจก่อให้เกิดปัญหา เช่น งานคุณภาพต่ำ หรือความปลอดภัยในการก่อสร้าง ไม่เพียงพอ ดังนั้นก่อนที่จะมีการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วง ผู้รับเหมาหลักจะทำการประเมินผู้รับเหมาช่วงเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่เข้าร่วมงานด้วย ผู้รับเหมาหลักบางรายอาจจะใช้แบบจำลองในการคัดเลือก อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดบางประการ กล่าวคือ แบบจำลองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน บางแบบจำลองไม่สามารถประเมินผู้รับเหมาช่วง โดยผู้ตัดสินใจหลายคน และบางแบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถในการ (1) รวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน (2) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคน และ (3) ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในการพัฒนาแบบจำลองนี้ ใช้พื้นฐานของทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ และทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน โดยจะแบ่งขั้นตอนของแบบจำลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ (1) การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง และ (2) การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับใบเสนอราคา) โดยใช้ภาษา PHP สำหรับการเขียนโปรแกรมบนเว็บเพื่อพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งวัตถุประสงค์ของโปรแกรมนี้อาจทำให้ผู้รับเหมาหลักสามารถคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่ดีที่สุด และจัดอันดับผู้รับเหมาช่วงที่ควรได้รับการคัดเลือกมากที่สุดไปหาอย่างน้อยที่สุด ซึ่งช่วยให้ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงได้

Thesis Title	A WEB APPLICATION FOR EVALUATING ABILITY OF BUILDING-WORK SUBCONTRACTORS
Student	Ms. Monnipa Saratakit
Student ID.	50061605
Degree	Master of Engineering
Programme	Construction Engineering and Management
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Jakrapong Pongpeng

ABSTRACT

In construction industry, main contractors always engage subcontractors to do specific works. Yet, this engagement may lead to problems such as low quality of work, or insufficient work safety. Hence, before engaging any subcontractors, main contractors will evaluate subcontractors to select them to work in collaboration. In this selection, some contractors use models. However, all the current models still have several limitations. That is, most models do not consider risk arising from uncertainty. Some can not deal with multiple decision-makers. Others are not flexible to changes of situations. To reduce these limitations, the research aim was to develop a web application capable of (1) incorporating risk arising from uncertainty, (2) including preferences of multiple decision-makers, and (3) offering flexibility to changes of situations. In this development, the basic theory behind the model will combination of a utility function and a social welfare function. The web application will divide into two major steps (step 1: evaluating subcontractor ability and step 2: evaluating tenders) and code to a web application by PHP. This web application is expected to help main contractors select the *best* subcontractor or rank the subcontractors, resulting in a saving in time and cost of subcontractor evaluation job.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ รศ. ดร. จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง ซึ่งเป็นผู้ที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้ความรู้ ชี้แนะแนวทางการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ สอนให้รู้จักวิธีการคิด การแก้ปัญหา ซึ่งนับว่าเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่าอย่างยิ่งตลอดเวลาที่เข้ารับการศึกษาจากสถาบันแห่งนี้

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือที่ได้รับจากผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง และเสียสละเวลาในการทดสอบแบบจำลอง ขอขอบคุณ โปรแกรมเมอร์ผู้ให้คำแนะนำในการพัฒนาปรับปรุงความสามารถของโปรแกรม

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนนิภาร์ สารถกิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ปัญหาทางานวิจัย.....	2
1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.4 สมมติฐานการศึกษา.....	3
1.5 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.6 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.7 ขั้นตอนของการศึกษา.....	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	5
2.1 บทนำ.....	5
2.2 กระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง.....	5
2.3 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือก.....	7
2.4 แนวทางการพัฒนาแบบจำลอง.....	14
2.5 ปัจจัยสำหรับประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร.....	15
2.6 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม.....	16
บทที่ 3 กรอบทฤษฎี.....	17
3.1 บทนำ.....	17
3.2 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์.....	17
3.3 ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน.....	21
3.4 บทวิเคราะห์.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง.....	24
4.1 บทนำ.....	24
4.2 การประยุกต์ให้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง.....	24
4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง.....	29
4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง.....	32
4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง.....	33
4.6 สรุปการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง.....	39
บทที่ 5 การทดสอบแบบจำลอง.....	41
5.1 บทนำ.....	41
5.2 การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้.....	41
5.3 ความน่าเชื่อถือ.....	41
5.4 การวิเคราะห์ความไว.....	42
5.5 การทดสอบความถูกต้อง.....	44
5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง.....	45
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	46
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	46
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	50
เอกสารอ้างอิง.....	51
ภาคผนวก.....	53
ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลอง.....	53
ภาคผนวก ข. คู่มือการวิเคราะห์สำหรับประเมินผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร.....	59
ภาคผนวก ค. ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....	66
ภาคผนวก ง. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....	73
ภาคผนวก จ. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	84

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ประวัติผู้เขียน.....	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนจากโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยมือ.....	42
5.2 การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย $\pm 20\%$	43
5.3 การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย $\pm 20\%$	43
5.4 การเรียงลำดับการคัดเลือกและผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง.....	44
6.1 ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำ.....	49

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบคัดเลือกผู้เสนอราคาเบื้องต้น.....	6
2.2 กระบวนการคัดเลือกโครงการ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย.....	9
2.3 โครงสร้างวงจรขายงานระบบประสาธ.....	12
3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้.....	17
3.2 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจ.....	18
4.1 รูปแบบของทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของคนทั่วไป.....	25
4.2 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง.....	25
4.3 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง.....	26
4.4 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง.....	26
4.5 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์.....	27
4.6 กระบวนการของแบบจำลองในการประเมินผู้รับเหมาช่วง.....	31
4.7 การกำหนดชื่อโครงการและวันที่ทำการประเมิน.....	34
4.8 การกำหนดข้อมูลทั่วไปของผู้รับเหมาช่วงที่ต้องการประเมิน.....	34
4.9 การกำหนดข้อมูลของผู้ตัดสินใจ.....	35
4.10 การกำหนดปัจจัยสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง.....	36
4.11 การให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้รับเหมาช่วง.....	37
4.12 การแสดงผลการประเมินผู้รับเหมาช่วงจากผู้ตัดสินใจแบบแยกเป็นรายคน.....	38
4.13 การแสดงผลการประเมินผู้รับเหมาช่วงแบบรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน.....	39

การพัฒนาแบบจำลองนี้ประกอบด้วยกิจกรรมสองส่วนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลและปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจ กิจกรรมแรกพัฒนามนขอฟท์แวร์ที่สามารถใช้งานผ่านเว็บ หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานได้ของแบบจำลองในประเด็นของความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation)

1.2 ปัญหาของงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่าในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง พบว่าบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ บางแบบจำลองไม่ได้รวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และส่วนใหญ่แบบจำลองไม่สามารถให้ผู้ตัดสินใจทำการวิเคราะห์ได้พร้อมกันหลายคน แสดงให้เห็นถึงการขาดการพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถที่จำเป็นดังนี้

- ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์
- รวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเอาไว้ในการพิจารณา
- คำนึงถึงความพอใจของผู้ตัดสินใจหลายๆ คน

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งหวังเพื่อลดปัญหาของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่มีอยู่ซึ่งข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้นคือ บางแบบจำลองไม่สามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ บางแบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ และส่วนใหญ่แบบจำลองไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้พร้อมกันหลายคน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาแบบจำลองบนเว็บที่รวมความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร โดยพัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถในการรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนสามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ผ่านเว็บ

อย่างไรก็ตามการพัฒนาแบบจำลองนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลลัพธ์ของคุณสมบัติผู้รับเหมาช่วงที่ดีที่สุด และจัดลำดับคุณสมบัติของผู้รับเหมาช่วงตามปัจจัยที่ต้องการ เพื่อให้ผู้รับเหมาหลักได้พิจารณาทำการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงต่อไป

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

การคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงโดยทั่วไป ผู้ประเมินมักอยู่ในรูปของกลุ่มคนหรือคณะกรรมการ ที่แต่ละคนมีแนวความคิดที่แตกต่างกันออกไป ทั้งด้านทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยง ระดับความพึงพอใจต่อผู้รับเหมาช่วงแต่ละราย หรือรวม ไปถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่ต่างกัน ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวควรมีการพัฒนาเพื่อให้รองรับแนวความคิดที่แตกต่างกันในผู้ประเมินแต่ละราย

1.5 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อให้มีคุณสมบัติในการลดข้อจำกัดต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยอาศัยทฤษฎีและแนวความคิดหลัก 2 ทฤษฎี ได้แก่

1.5.1 ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Theory of Utility Function)

โดยฟังก์ชันอรรถประโยชน์นี้สามารถรวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมิน ซึ่งแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความพึงพอใจเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง และ (2) ความพึงพอใจเกี่ยวกับการวัดค่าอรรถประโยชน์โดยรวมเอาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการประเมิน กล่าวคือฟังก์ชันอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางในการกำหนดคุณค่าให้กับแต่ละปัจจัยและสะท้อนความพึงพอใจออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์ที่ผู้ประเมินให้กับแต่ละปัจจัย โดยรวมเอาความเสี่ยงเข้าไปขณะทำการประเมินด้วย อย่างไรก็ตามการประเมินผลด้วยฟังก์ชันอรรถประโยชน์สามารถทำได้กับผู้ประเมินทีละคน งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อจัดการกับข้อจำกัดดังกล่าว โดยฟังก์ชันกลุ่มคนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.5.2 ทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน (Theory of Social Welfare Function)

ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน มีความสามารถในการรวบรวมค่าอรรถประโยชน์และความพึงพอใจของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกัน และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงได้ต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวสำหรับการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงนี้ จะใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ร่วมกับฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนมาเป็นพื้นฐานทางทฤษฎีและแนวความคิดในการพัฒนาแบบจำลอง

1.6 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากการศึกษา การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร ซึ่งทำการศึกษาโดย Uathamthaworn [7] ดังนั้นขอบเขตของวิจัยจึงเป็นการศึกษาที่ครอบคลุมการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงงานอาคารของภาคเอกชนในประเทศไทย และเป็นงานประเภทงานระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร เช่น งานระบบไฟฟ้า-สื่อสาร งานระบบสุขาภิบาล-ดับเพลิง งานระบบปรับอากาศ-ระบายอากาศ เป็นต้น โดยอาคารในงานวิจัยนี้เป็น อาคารในเขตกรุงเทพมหานครที่มีมูลค่าโครงการตั้งแต่ 50 ล้านบาทขึ้นไป

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

- 1.7.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศและในประเทศ เพื่อหาข้อจำกัดร่วมกันของแบบจำลองต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 1.7.2 ศึกษาทฤษฎีแนวคิดและแนวทางการพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร โดยใช้ภาษา PHP: Hypertext Preprocessor (PHP) ในส่วนของการคำนวณและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน และใช้โปรแกรม MySQL เป็นพื้นฐานในการสร้างฐานข้อมูล
- 1.7.3 พัฒนาแบบจำลองให้เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถเข้าใช้งานผ่านเว็บได้
- 1.7.4 ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานได้ของแบบจำลองในประเด็นของ ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation)

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานแบบจำลองต่างๆ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของกระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง รวมถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถผู้รับเหมาช่วง โดยศึกษาจากวารสารต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ และตำราต่างประเทศ เพื่อนำมาวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้น ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.2 กระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

งานก่อสร้างอาคารทั่วไป ผู้รับเหมาหลักจะมีการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง เพื่อคัดเลือกผู้ที่เหมาะสมให้เข้ามามีส่วนร่วมในงานก่อสร้าง การประเมินทั่วไปขึ้นอยู่กับ การเสนอราคา และลักษณะของผู้รับเหมาช่วง เช่น ความน่าเชื่อถือ ขนาดของบริษัท จำนวนพนักงาน เป็นต้น

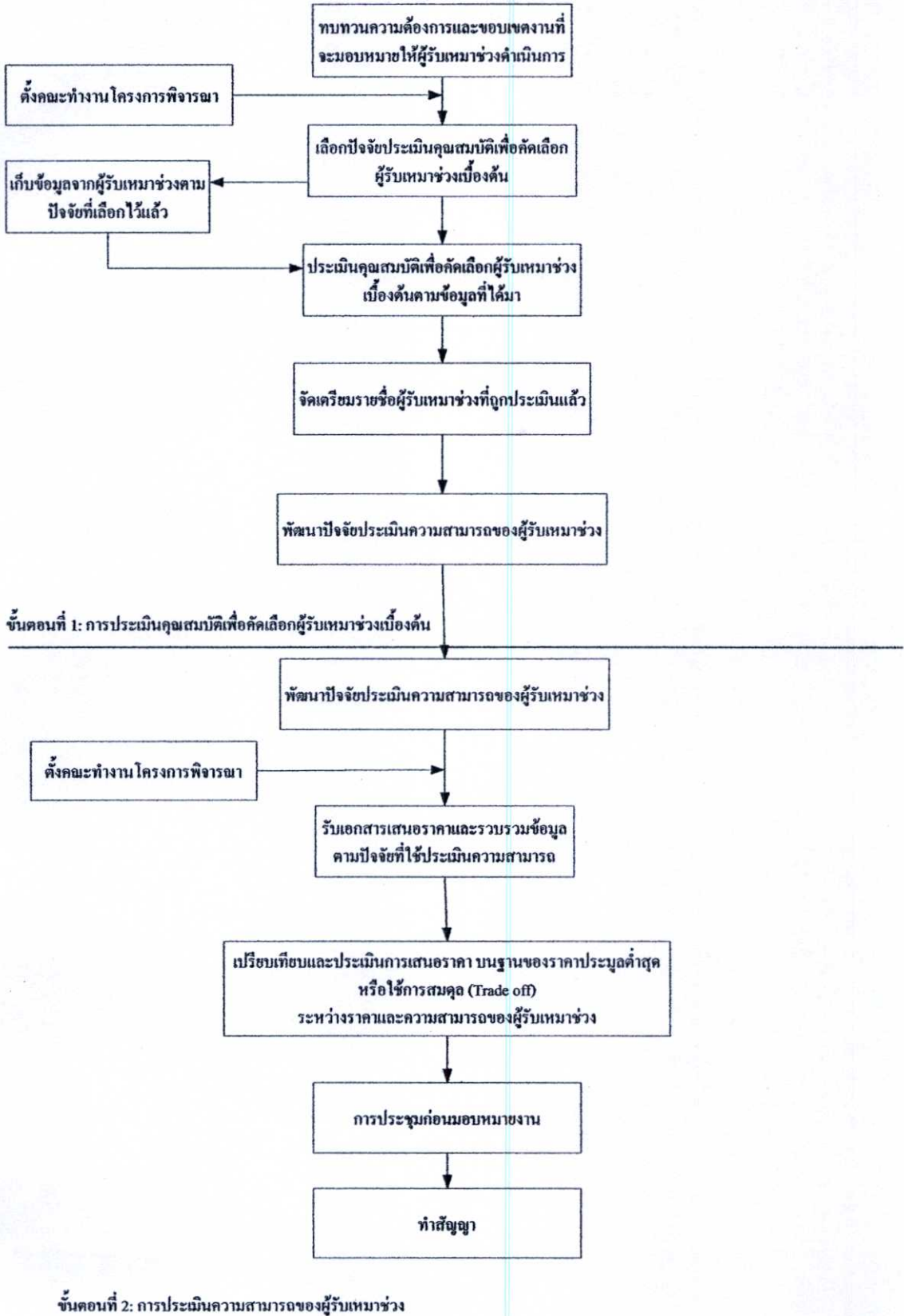
การคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงงานอาคารของผู้รับเหมาหลัก มีกระบวนการคัดเลือก 3 แบบหลักคล้ายกับการคัดเลือกผู้รับเหมาโดยเจ้าของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

- การคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบเปิดประมูลทั่วไป (Open Tendering)
- การคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบเจรจาต่อรอง (Negotiated Tendering)
- การคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบคัดเลือกผู้เสนอราคาเบื้องต้น (Selective Tendering)

แต่โดยทั่วไปแล้วการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงของผู้รับเหมาหลัก มักจะเป็นการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบคัดเลือกผู้เสนอราคาเบื้องต้น ดังรูปที่ 2.1 และมีขั้นตอนของกระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การประเมินคุณสมบัติของผู้รับเหมาช่วงเบื้องต้น

- ทบทวนความต้องการขององค์กร เช่น คุณภาพ ต้นทุน เวลา และอื่นๆ รวมทั้งขอบเขตงานที่จะมอบหมายให้ผู้รับเหมาช่วงดำเนินการ
- ตั้งคณะทำงานโครงการซึ่งอาจประกอบด้วย ผู้จัดการโครงการ ผู้ประมาณราคา ผู้สำรวจปริมาณงาน และตัวแทนฝ่ายจัดซื้อ เพื่อประเมินคุณสมบัติของผู้รับเหมาช่วงเบื้องต้น



รูปที่ 2.1 กระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแบบคัดเลือกผู้เสนอราคาเบื้องต้น [7]

- เลือกปัจจัยประเมินคุณสมบัติเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงเบื้องต้น ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการและขอบเขตงานที่ได้รับมอบหมาย
- เก็บข้อมูลจากผู้รับเหมาช่วงตามปัจจัยที่เลือกไว้แล้ว เช่น จากประวัติบริษัท (Company Profile) ข้อมูลที่ผู้รับเหมาช่วงลงทะเบียนไว้ ผลการทำงานที่ผ่านมาในโครงการที่เคยร่วมงานกันมาก่อน
- คณะทำงานโครงการประเมินคุณสมบัติของผู้รับเหมาช่วงเบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมตามปัจจัยที่เลือกไว้
- คณะทำงานโครงการจัดเตรียมรายชื่อผู้รับเหมาช่วงที่ถูกประเมินแล้วว่าสามารถทำงานได้ตามความต้องการ จำนวน 3-5 ราย
- ติดต่อจัดส่งแบบ รายการรายละเอียดและเงื่อนไข ไปให้ผู้รับเหมาช่วงตามรายชื่อ

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง

- ตั้งคณะทำงานโครงการเพื่อประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง
- คณะทำงานโครงการ พัฒนาปัจจัยสำหรับประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง
- รับเอกสารเสนอราคาและข้อมูลตามปัจจัยที่ใช้ประเมินความสามารถ
- คณะทำงานโครงการประเมินการเสนอราคาของผู้รับเหมาช่วง บนฐานของราคาประมูลต่ำสุดหรือการสมดุลระหว่างราคาและความสามารถ

2.3 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือก

เนื่องจากขั้นตอนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง เพื่อลดปัญหาการทำงาน งานล่าช้า การใช้งบประมาณมากเกินไป คุณภาพงานต่ำกว่ามาตรฐาน ความปลอดภัยในงานก่อสร้างต่ำ จึงได้มีผู้ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ และแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง โดยได้เสนอแบบจำลองสำหรับการคัดเลือก ซึ่งมีทั้งแบบจำลองที่พิจารณาปัจจัยเดียว (Single criterion models) และ แบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัย (Multiple criteria model)

สำหรับแบบจำลองที่มีการพิจารณาเพียงปัจจัยเดียว อันได้แก่การพิจารณาราคาต่ำสุดเพียงอย่างเดียว มีจุดอ่อนที่สำคัญ คือ การใช้เพียงราคาประมูลงานเพื่อทำการตัดสินใจ และมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย เนื่องจากแบบจำลองต้องการตัวนำเข้าทางจิตใจ (Subjective inputs) จากผู้ตัดสินใจในขั้นตอนการวัดค่าคะแนนปัจจัยเพียงขั้นตอนเดียว

แบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาส่วนใหญ่มักสร้างตัววัดขึ้นมาใหม่จากปัจจัยทั้งหมดที่พิจารณา แล้วใช้ตัววัดใหม่นี้เพื่อคัดเลือกผู้รับเหมา [3] ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น

2.3.1 แบบจำลองกระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์และโปรแกรมเป้าหมาย (Analytic Network Process, ANP and Goal programming)

กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (ANP) สามารถจัดการกับความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์การตัดสินใจต่าง ๆ และผลกระทบที่มีต่อกันระหว่างเกณฑ์การตัดสินใจกับทางเลือกโดยใช้ระดับสเกลจากสเกลอัตราส่วน และผ่านการประมวลผลของเมตริกซ์ โดยมีสมมติฐานว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบไม่เป็นอิสระต่อกัน [9-11]

หลักการแก้ปัญหาของโปรแกรมเป้าหมาย คือ การรวมเป้าหมายทุกข้อของปัญหาเข้าด้วยกันเป็นเป้าหมายใหม่เพียงข้อเดียว โดยการเลือกค่าคงที่สำหรับทุกเป้าหมายเพื่อให้เป็นจุดอ้างอิง แล้วคำตอบที่ดีที่สุด คือ คำตอบที่มีผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากค่าคงที่ของเป้าหมายที่กำหนดไว้ น้อยที่สุด

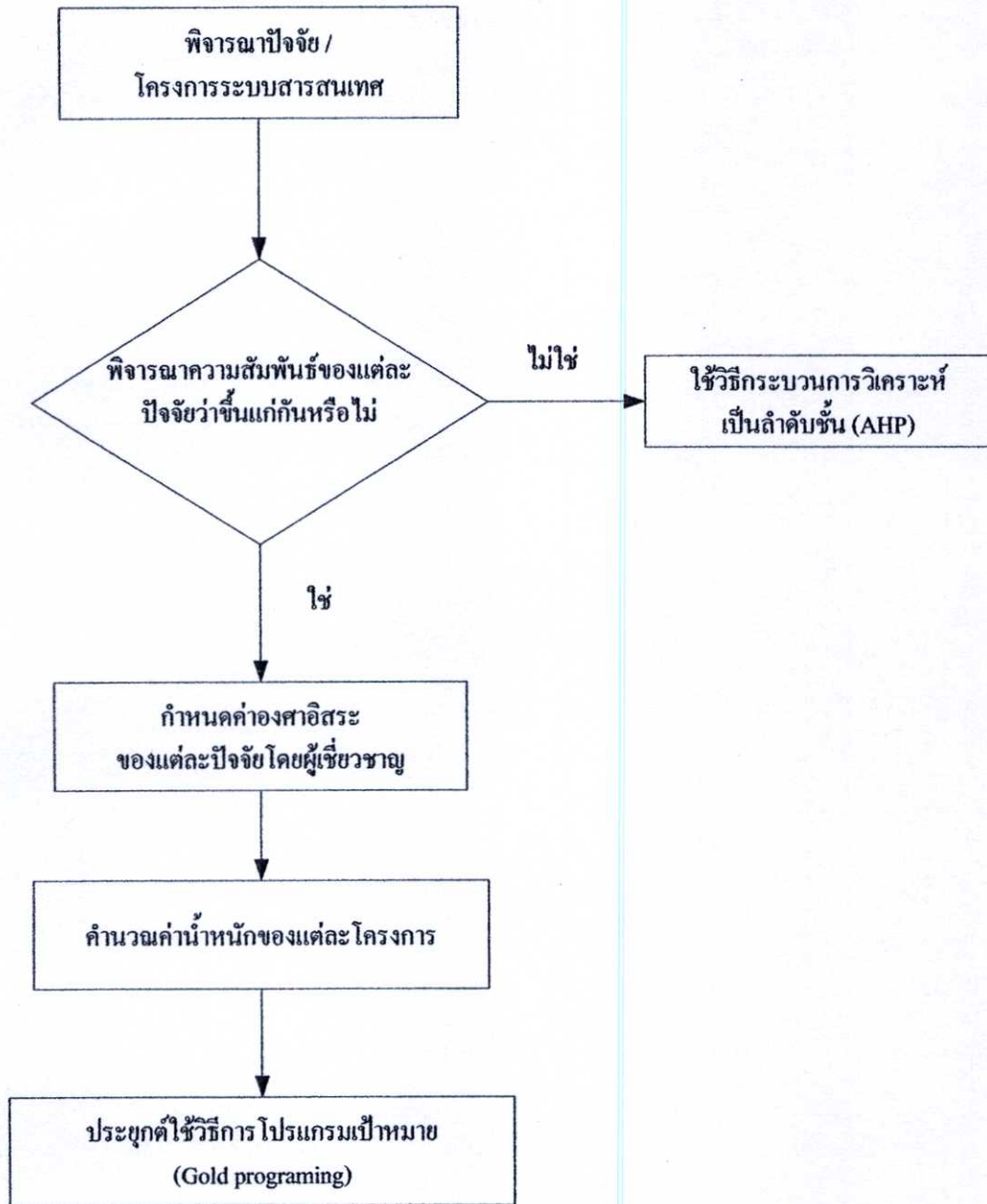
โปรแกรมเป้าหมายนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมายแตกต่างกันมาก (Pre-emptive) และประเภทที่สองน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมายไม่ต่างกันมาก (Non pre-emptive) โปรแกรมประเภทแรกจะหาคำตอบโดยพิจารณาเป้าหมายที่มีความสำคัญมากที่สุดก่อน แล้วจึงพิจารณาเป้าหมายรองลงมาเป็นลำดับ แต่สำหรับ โปรแกรมประเภทที่สองจะหาคำตอบโดยพิจารณาเป้าหมายทุกข้อไปพร้อมๆ กัน ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.1

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n w_i (d_i^+ + d_i^-) \quad (2.1)$$

ภายใต้สมการข้อบ่งชี้

- เมื่อ $Z =$ สมการวัตถุประสงค์ใหม่
 $d_i^+ = Z - \bar{z}$ ค่าเบี่ยงเบนที่มากกว่าค่าคงที่ที่เลือกไว้สำหรับเป้าหมาย i
 $d_i^- = \bar{z} - Z$ ค่าเบี่ยงเบนที่น้อยกว่าค่าคงที่ที่เลือกไว้สำหรับเป้าหมาย i
 $\bar{z} =$ ค่าคงที่ที่เลือกไว้สำหรับเป้าหมายใดๆ
 $w_i =$ น้ำหนักความสำคัญ (ที่ไม่ต่างกันมาก) ของเป้าหมาย i

การหาคำตอบของโปรแกรมเป้าหมายทั้งสองประเภทสามารถใช้วิธีซิมเพล็กซ์สำหรับหลายวัตถุประสงค์ (Multiobjective simplex method) หรือ วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex method) (รายละเอียดของวิธีดังกล่าว ดูเพิ่มเติมได้ที่ Zeleny [12-13] ตัวอย่างการใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (ANP) ร่วมกับวิธีโปรแกรมเป้าหมายในการคัดเลือกโครงการ งานวิจัยของ Lee and Kim [4] ซึ่งเสนอแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการจัดทำระบบสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือก โดยกำหนดให้มี 6 โครงการ ($p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$) กับ 4 ปัจจัย ดังนี้ (1) ด้านกำลังคน (2) ประสิทธิภาพของกระบวนการด้านข้อมูล (3) ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับองค์กร (4) ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์



รูปที่ 2.2 กระบวนการคัดเลือกโครงการโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย [4]

โดยที่ขั้นตอนของแบบจำลองมีดังนี้

- พิจารณาปัจจัยที่จะใช้สำหรับการคัดเลือกโครงการ
- ตรวจสอบว่าแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์แบบขึ้นต่อกันหรือไม่ หากปัจจัยที่นำมาพิจารณาไม่มีความสัมพันธ์แบบขึ้นต่อกันก็จะใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP)

- หากปัจจัยที่นำมาพิจารณามีความสัมพันธ์กัน ให้ทำการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยวิธีกระบวนการ โครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) [14-16]
- หาค่าน้ำหนักของโครงการทั้งหมดที่จะทำการคัดเลือกจากอัตราส่วนของความสัมพันธ์กัน ในแต่ละปัจจัยโดยวิธีเมตริกซ์
- นำค่าที่ได้ในขั้นตอนก่อนหน้ามาทำการวิเคราะห์โดยวิธีโปรแกรมเป้าหมาย
- กำหนดเป้าหมาย (ค่าคงที่) ให้กับวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) โปรแกรมเมอร์ต้องไม่ใช้เวลามากกว่า 15,000 ชั่วโมงในเวลาหนึ่งปี (2) เวลาที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ต้องไม่เกิน 6,500 ชั่วโมง ในเวลาหนึ่งปี (3) งบประมาณต้องไม่เกิน \$200,000 ต่อโครงการทั้งหมด (4) บางส่วนของโครงการที่ถูกเลือกเป็นลำดับสองต้องเป็นส่วนหนึ่งของโครงการแรก
- สร้างแบบจำลองของสมการเป้าหมายรวมของปัญหาการคัดเลือกโครงการให้อยู่ในรูปแบบสมการ 2.2
- หาคำตอบของแบบจำลอง (สามารถใช้วิธีซิมเพล็กซ์) ซึ่งคำตอบที่ได้ คือ รายชื่อของโครงการที่ควรเลือก

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนของการใช้งานของแบบจำลอง ทำให้ทราบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- วิธีกระบวนการ โครงข่ายเชิงวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ปัจจัยและทางเลือกที่ขึ้นแก่กันได้
- สามารถใช้วิธีการ โปรแกรมเป้าหมายในการกำหนดเป้าหมายสำหรับคัดเลือกได้หลายข้อ

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- ไม่สามารถจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน เข้าไปในการวิเคราะห์ได้
- ไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายตามสถานการณ์

2.3.2 ระบบโครงข่ายประสาท (Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network) หรือที่มักจะเรียกสั้น ๆ ว่า ข่ายงานประสาท (neural network หรือ neural net) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนกชันนิสต์ (connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป (Pattern Recognition) และการอุปมาความรู้ (Knowledge deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ สำหรับในคอมพิวเตอร์ ระบบโครงข่ายประสาทประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูล (input) และผลลัพธ์ (output) เหมือนกัน โดยจำลองให้ข้อมูลนำเข้าแต่ละอันมีค่าน้ำหนัก (weight) เป็นตัวกำหนด น้ำหนักของข้อมูลนำเข้าแขนงประสาท (neuron) แต่ละหน่วยจะมีค่าคะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจ

(threshold) เป็นตัวกำหนดว่าน้ำหนักรวมของข้อมูลนำเข้าต้องมากขนาดไหนจึงจะสามารถส่งผลลัพธ์ไปยังข่ายประสาทตัวอื่นได้ เมื่อนำข่ายประสาทแต่ละหน่วยมาต่อกันให้ทำงานร่วมกันการทำงานนี้ในทางตรรกแล้วก็จะเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง เพียงแต่ในคอมพิวเตอร์ทุกอย่างเป็นตัวเลขเท่านั้น

หลักการทำงานของแบบจำลองแบบโครงข่ายประสาท คือเมื่อมีการป้อนข้อมูลเข้ามายังโครงข่ายแล้วนำข้อมูลที่นำเข้ามาคูณกับน้ำหนักของแต่ละขา ผลที่ได้จากข้อมูลนำเข้าทุก ๆ ขาของข่ายประสาท จะเอมารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับค่าคะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่าค่าคะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจแล้ว ระบบโครงข่ายประสาทก็จะส่งผลลัพธ์ ออกไป ผลลัพธ์นี้จะถูกส่งไปยังส่วนนำเข้าข้อมูลของข่ายประสาทอื่น ๆ ที่เชื่อมกันในระบบโครงข่ายถ้าค่าน้อยกว่าค่าคะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจก็จะไม่เกิดผลลัพธ์ สามารถเขียนออกมาได้ดังนี้

$$\text{If } (\text{sum} (\text{input} * \text{weight}) > \text{threshold}) \text{ then output} \quad (2.2)$$

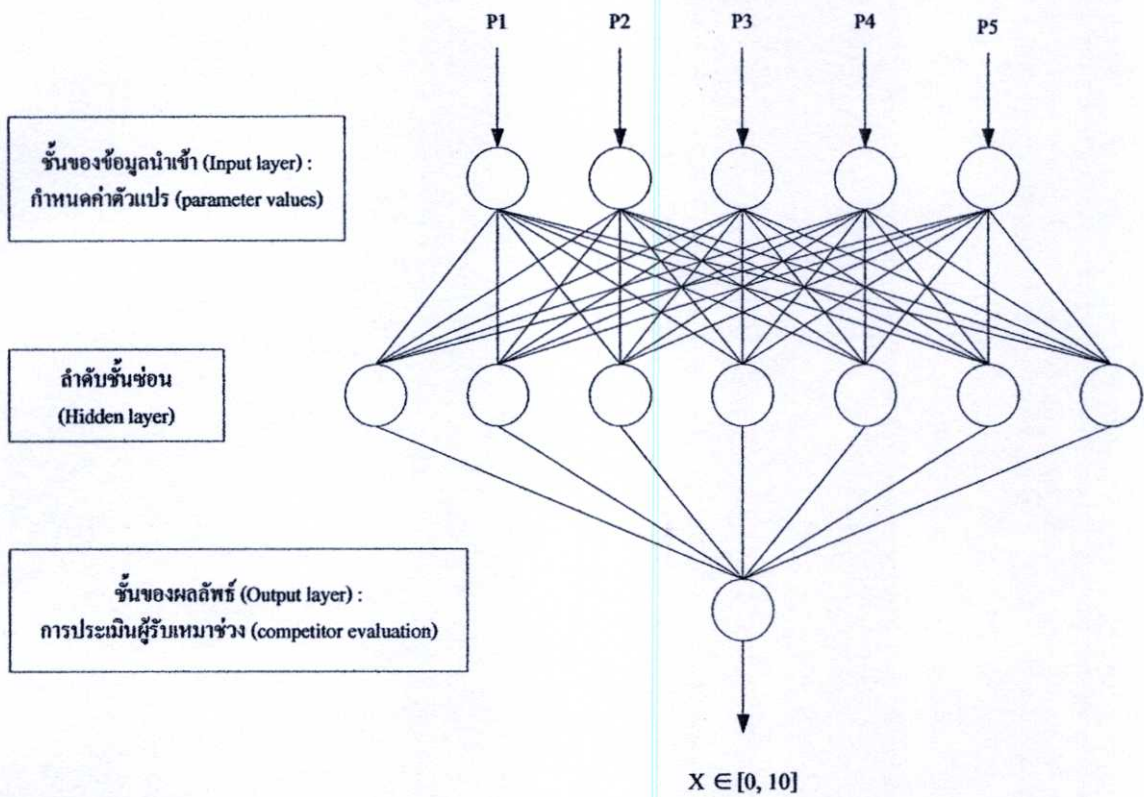
งานวิจัยของ Albino and Garavelli [2] ได้เสนอการใช้แบบจำลองนี้ในการประเมินผู้รับเหมาช่วงในบริษัทก่อสร้าง โดยการประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทเพื่อช่วยในการประเมินผู้รับเหมาช่วงนี้ ได้มีการกำหนดเหตุการณ์ที่มีความเป็นไปได้ 2 เหตุการณ์ คือ

A: กิจกรรมบนสายงานเป็นสายงานวิกฤต

B: กิจกรรมบนสายงานไม่เป็นสายงานวิกฤตและลักษณะของโครงการทำให้ ผู้รับเหมาหลักได้กำไรน้อยลง

ลักษณะของเหตุการณ์ที่แตกต่างกันมีผลต่อโปรแกรมข่ายงานระบบประสาท เนื่องจากเป็นระบบที่กำหนดให้เหตุการณ์เกิดขึ้นต่อเนื่องตามลำดับในหลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ เพื่อทำสำเนาพฤติกรรมการตัดสินใจที่แตกต่างกันไว้อย่างเป็นระเบียบ ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา ได้แก่ P1: ราคา, P2: เวลา, P3: ลักษณะของเทคนิคและคุณภาพ, P4: ความน่าเชื่อถือของผู้รับเหมาช่วง และ P5: ทักษะในการบริหารจัดการของผู้รับเหมาช่วง ซึ่งได้ใช้โปรแกรม Neural Works Professional II, โดย Neural Ware Inc ในการคำนวณ

ความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ A และ B บนความสัมพันธ์พื้นฐานของการให้เหตุผลโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า คุณลักษณะที่สำคัญถูกนำมาใช้ในการพิจารณาสถานการณ์ A คือ เวลา แต่คุณลักษณะนี้ยังไม่ชัดเจน สำหรับการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจของโปรแกรมข่ายงานระบบประสาท จึงได้ทำการขยายชุดข้อมูลต้นแบบสำหรับการเรียนรู้ (training set) สำหรับสถานการณ์ A เพื่อให้โปรแกรมได้เรียนรู้การตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้ดีขึ้น และเมื่อมีการเพิ่มชุดข้อมูลต้นแบบสำหรับการเรียนรู้นี้ ผลลัพธ์ที่ได้จากข่ายงานระบบประสาทมีความใกล้เคียงกับการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงของผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 2.3 โครงสร้างวงจรข่ายงานระบบประสาท [2]

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนของการทำงานของแบบจำลอง ทำให้ทราบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- การโปรแกรมข่ายงานระบบประสาทสามารถจดจำและเลียนแบบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลได้

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- แบบจำลองนี้เป็นการใช้วิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ ในการสร้างชุดข้อมูลต้นแบบสำหรับการเรียนรู้ เพื่อกำหนดกรอบให้กับโปรแกรม ซึ่งไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน
- ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่ตรงกับการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หากมีจำนวนชุดข้อมูลต้นแบบสำหรับการเรียนรู้ ไม่เพียงพอ
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในระยะสั้นได้
- ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้พร้อมกันหลายคน

2.3.3 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายลักษณะ (Multi-attribute utility function)

วิธีนี้เป็นรูปแบบเฉพาะแบบหนึ่งของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่รวมหลายลักษณะ (อาจเรียกว่า ปัจจัย) ของผู้รับเหมาเข้าด้วยกัน เพื่อวิเคราะห์หาผู้รับเหมาที่ดีที่สุด [3] ตัวอย่างของนักวิจัยที่พัฒนาแบบจำลองโดยอาศัยฟังก์ชันนี้ได้แก่ Rapcsák et al. [5] แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อคัดเลือกผู้เข้าประมูลงานในการจัดซื้อระบบคอมพิวเตอร์ของรัฐบาลฮังการี สำหรับการประเมินผู้เข้าร่วมประมูล ซึ่งใช้แบบจำลองเพื่อช่วยในการตัดสินใจทั้งสองรอบ

วิธีการประเมินรอบแรกพิจารณาให้คะแนนตามคุณสมบัติเบื้องต้นและนำมาจัดอันดับ โดยใช้ข้อกำหนดทางกฎหมาย, ฐานะทางการเงินและความสามารถทางเทคนิคที่ดีที่สุดมาเป็นตัววัด ซึ่งปัจจัยที่ถูกนำมาพิจารณาได้แก่ ประวัติของบริษัท, หนังสือรับรอง, ข้อได้เปรียบ, จำนวนพนักงาน เป็นต้น ผู้ที่ได้คะแนนจากรอบนี้สามอันดับแรก จะผ่านเข้าสู่รอบถัดไป การคัดเลือกจากคุณสมบัติเบื้องต้นรอบที่หนึ่ง มีขั้นตอนดังนี้

- สร้างแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจ (Criterion tree) หากปัจจัยนั้นยังไม่ชัดเจน มีความซับซ้อน สามารถทำการแตกเป็นปัจจัยย่อย ๆ (Leaf criteria) ลงไปได้อีก
- ผู้ตัดสินใจทำการให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยโดยที่ W_j คือน้ำหนักของปัจจัย
- รวมคะแนนเข้าด้วยกันแล้วทำการจัดอันดับ โดยใช้คะแนนของทางเลือกเป็นค่าเปรียบเทียบ ซึ่งจะได้จากผลรวมของน้ำหนักปัจจัยคูณด้วยทางเลือก ดังสมการ 2.3

$$V_i = W_1 r_{i1} + W_2 r_{i2} + W_3 r_{i3} + \dots + W_m r_{im} \quad (2.3)$$

V_i = ค่าที่ให้แก่ทางเลือก i ที่ได้

วิธีการประเมินรอบที่สอง ปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ความสามารถทางเทคนิค คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และราคา ซึ่งคะแนนด้านความสามารถทางเทคนิคได้มาจากการประเมินในรอบแรก ส่วนคะแนนด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จะถูกประเมินอีกครั้งอย่างละเอียดมากขึ้น โดยใช้ปัจจัยย่อยที่อาจแตกต่างจากการประเมินในรอบแรก และสุดท้ายใช้วิธีปรับราคาเปรียบเทียบกับราคากลางสำหรับการพิจารณาใบเสนอราคา ขั้นตอนที่ใช้สำหรับการประเมินรอบที่สอง คือ

- ให้ผู้ตัดสินใจแต่ละคนประเมินแต่ละบริษัท โดยให้คะแนนแต่ละปัจจัย
- กำหนดน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยวิธีจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise comparison)
- ให้ค่าอรรถประโยชน์กับแต่ละปัจจัย และหาค่าของน้ำหนักปัจจัยแต่ละกลุ่ม ซึ่งในแต่ละปัจจัยย่อยค่าน้ำหนักที่รวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับ 1
- กำหนดคะแนนในแต่ละแขนงทางเลือกย่อยโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

- ทำการพิจารณาใบเสนอราคาของผู้เข้าร่วมประมูล โดยใช้วิธีเปรียบกับราคากลาง (Price adjustment method)

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนของการใช้งานของแบบจำลอง ทำให้ทราบข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- ความสามารถในการรวมความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์ได้
- สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ ได้แก่

- สามารถใช้ได้กับผู้ประเมินผลเพียงคนเดียว

2.4 แนวทางการพัฒนาแบบจำลอง

แนวทางการพัฒนาแบบจำลองเพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่ผ่านมา สำหรับทิศทางการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมา ได้มีผู้เสนอแนวคิดไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- แบบจำลองที่พัฒนามบนพื้นฐานของ กระบวนการ โครงข่ายเชิงวิเคราะห์และ โปรแกรมเป้าหมาย ซึ่งแบบจำลองลักษณะนี้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ และผลกระทบที่มีต่อกันระหว่างปัจจัยกับทางเลือกได้ ถึงแม้ว่าแบบจำลองนี้จะสามารถหาคำตอบให้กับหลายเป้าหมายที่ถูกกำหนดขึ้นพร้อมกันได้ แต่ก็ยังไม่มีการรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และยังคงไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์
- แบบจำลองที่พัฒนามบนพื้นฐานของ ระบบ โครงข่ายประสาทเทียม หรือข่ายงานระบบประสาท มีลักษณะเด่นคือความสามารถจดจำและเลียนแบบพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อมีการกำหนดให้มีชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ให้แก่โครงข่ายประสาทอย่างเพียงพอ แต่เมื่อมีผู้ตัดสินใจหลายคนแบบจำลองนี้ยังคงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้พร้อมกัน อีกทั้งแบบจำลองนี้ยังไม่สามารถรวมความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเข้าไปในการวิเคราะห์ได้
- แบบจำลองที่พัฒนามบนพื้นฐานของ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายลักษณะ (Multi-attribute utility function) โดยแบบจำลองลักษณะนี้มีลักษณะเด่นคือ ความสามารถในการรวมความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์ได้ [17] ดังตัวอย่างเช่น แบบจำลองรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive model) [18] ซึ่งในการประเมินมีวิธีที่คล้ายกับวิธีแบบถ่วงน้ำหนัก แต่การให้ค่าปัจจัยจะอาศัยค่าอรรถประโยชน์ (Utility Function) เพื่อรวมทัศนคติ

ของการตัดสินใจที่รวมความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์ด้วย แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองดังกล่าวยังมีข้อจำกัด คือ แบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้กับผู้ประเมินผลเพียงคนเดียว ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วนั้น การประเมินผลมักเป็นการประเมินในลักษณะของกลุ่มคน หรือ คณะกรรมการ

2.5 ปัจจัยสำหรับการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร

สภาพแวดล้อมที่จำเป็นประการหนึ่งซึ่งจะส่งผลให้โครงการก่อสร้างประสบผลสำเร็จได้ คือ ความร่วมมือกันระหว่างผู้รับเหมาหลักและผู้รับเหมาช่วงหรือผู้ค้ารายย่อย Uathamthaworn [7] ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคารของภาคเอกชนในประเทศไทยและเป็นงานประเภทงานระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร พบว่า โครงสร้างของปัจจัยการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงมี 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินคุณสมบัติเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงเบื้องต้น ซึ่งมี 6 ปัจจัยเพื่อใช้ในการประเมิน ดังนี้

- (1) ความสามารถในการดำเนินการ ในปริมาณงานที่ต้องการ
- (2) ความสามารถสร้างงานตามมาตรฐานที่ต้องการ
- (3) ความพร้อมของการดำเนินงาน
- (4) ประสบการณ์ที่ผ่านมา
- (5) มาตรฐานการบริหารจัดการ
- (6) ความมั่นคงทางการเงิน

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง ซึ่งแบ่งปัจจัยในการประเมินความสามารถตามหน้าที่ของแต่ละแผนก ดังนี้

- (1) แผนกวิศวกรรม
- (2) แผนกธุรการ/การเงิน
- (3) แผนกติดตั้ง
- (4) แผนกการตลาด

2.6 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่มีอยู่มีข้อจำกัดร่วมกันอยู่ 3 ประเด็น ได้แก่ บางแบบจำลองไม่สามารถประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงโดยผู้ประเมินหลายคน แบบจำลองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และบางแบบจำลองไม่ยึดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละทฤษฎี จะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 3

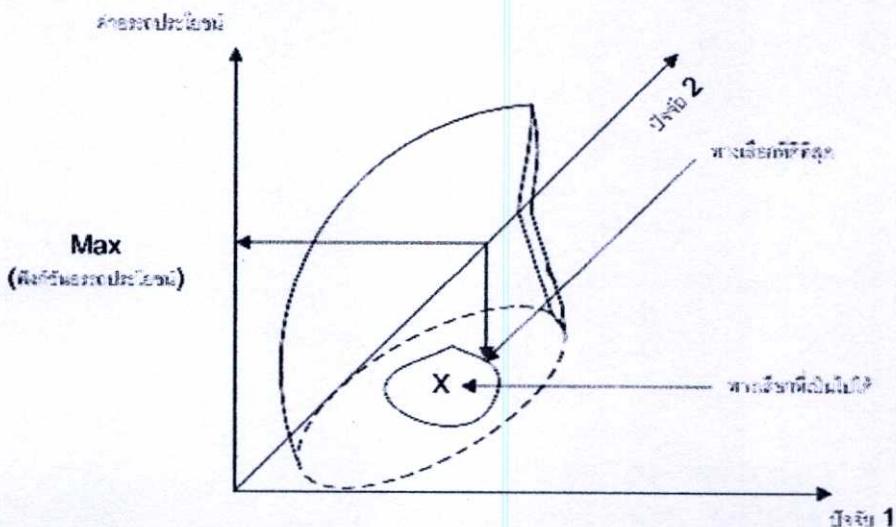
กรอบทฤษฎี

3.1 บทนำ

ทฤษฎีและแนวความคิดสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงในงานอาคาร เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่พบในการทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้านี้ โดยอาศัย 2 ทฤษฎีและแนวความคิดหลักได้แก่ (1) ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Theory of a utility function) และ (2) ทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน (Theory of a social welfare function)

3.2 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์

การวัดความพึงพอใจหรือตัวนำเข้าทางจิตใจ (Subjective inputs) ของผู้ตัดสินใจในการกำหนดคุณค่าของปัจจัยนั้น เพื่อประเมินหรือให้ค่าความสำคัญ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัย โดยเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ ทำให้สามารถทราบถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัย ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ จะทำการแปลงค่าของปัจจัยไปเป็นค่าอรรถประโยชน์ [19] โดยผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงสุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งการใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์นี้สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจไว้ 2 ประเภท คือ ความพึงพอใจที่เกี่ยวกับความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ที่ตามมาสำหรับปัจจัยนั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อระดับค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยนั้น และ ความพึงพอใจของการเลือกปัจจัยแต่ละตัว ซึ่งแสดงให้เห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้

3.2.1 การสร้างฟังก์ชันอรรถประโยชน์

ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันอรรถประโยชน์ซึ่งเกิดจากการให้คุณค่าของปัจจัยที่ผู้ตัดสินใจกำลังพิจารณาอยู่ สำหรับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซิโมนีและปิ่นมิตรา[20] ได้อธิบายขั้นตอนไว้ดังนี้

- ทำการกำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุดที่เกิดขึ้นได้ (ค่าปลายของฟังก์ชันอรรถประโยชน์) โดยการกำหนดช่วงของค่าผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากระดับความพึงพอใจสูงสุด (X') ไปจนถึงระดับความพึงพอใจต่ำสุด (X_0) โดยให้กำหนดระดับความพึงพอใจสูงสุดมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 1 และมีค่าลดลงจนถึงระดับความพึงพอใจต่ำสุดซึ่งมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 0
- หาพิกัดแกน Y (แกนอรรถประโยชน์) และแกน X (แกนปัจจัย) ซึ่งค่าอรรถประโยชน์หาได้จากสมการที่ 3.1 ดังนี้

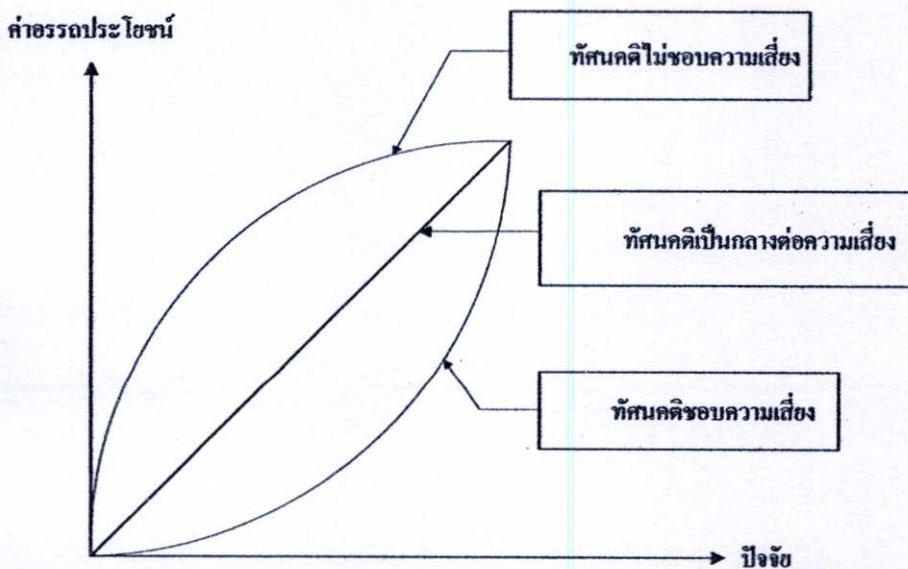
$$U(O_i) = p \times U(O') + (1-p) \times U(O_0) \quad (3.1)$$

โดย

- $U(O_i)$ = ค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือก (หรือผู้รับเหมาช่วง) ที่พิจารณา
 - p = ค่าความน่าจะเป็นของทางเลือก (หรือผู้รับเหมาช่วง) ที่พิจารณา
 - $U(O')$ = ความพึงพอใจสูงสุดที่มีต่อทางเลือก (หรือผู้รับเหมาช่วง) ที่พิจารณา
 - $U(O_0)$ = ความพึงพอใจต่ำสุดที่มีต่อทางเลือก (หรือผู้รับเหมาช่วง) ที่พิจารณา
- โดยปกตินิยมกำหนด $U(O') = 1$ และ $U(O_0) = 0$

3.2.2 รูปแบบของฟังก์ชันอรรถประโยชน์

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ ตามทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจ

จากลักษณะของกราฟดังกล่าว ภัคพงษ์ เหลืองบงกช [19] ได้อธิบายลักษณะของทัศนคติต่อความเสี่ยง 3 ประเภทไว้ดังนี้

- ทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion)

ผู้ประเมินหรือผู้ตัดสินใจประเภทไม่ชอบความเสี่ยง มักไม่ต้องการรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถรับความเสี่ยงได้เมื่อผลตอบแทนจากการเลือกทางเลือกนั้นมีค่าสูงมาก จากกราฟสามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ของกราฟจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อโอกาสในการเสียผลประโยชน์เพิ่มมากขึ้น (ในช่วงแรกความชันของกราฟจะสูงและจะลดลงไปเรื่อยๆ จนความชันมีค่าน้อยมาก) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่าขอบเขตของอรรถประโยชน์ (Marginal utility) ในรูปของผลตอบแทนจะลดลงเรื่อยๆ ถึงแม้ว่าผลตอบแทนจะเพิ่มมากขึ้น (ค่าขอบเขตสามารถหาได้จากความชันของกราฟ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งกราฟจะมีความชันลดลงเรื่อยๆ ดังนั้นกราฟจึงมีลักษณะเป็น โค้งคว่ำลง)

- ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity)

ผู้ประเมินที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง จะมีความพึงพอใจต่อความเสี่ยงที่ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้น ขอบเขตของค่าอรรถประโยชน์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อผลตอบแทนเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่าช่วงแรกที่ผลตอบแทนต่ำผู้ประเมินจะให้ค่าอรรถประโยชน์ค่อนข้างน้อย แต่เมื่อผลตอบแทนสูงขึ้นเรื่อยๆ อรรถประโยชน์ที่ผู้ประเมินให้นั้นจะมีค่าสูงเร็วมากขึ้น ส่งผลให้กราฟมีความชันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นกราฟที่ได้จึงเป็นเส้น โค้งหงายขึ้น

- ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality)

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในลักษณะนี้จะมีกราฟเป็นเส้นตรง อรรถประโยชน์ของคนประเภทนี้มีค่าที่แท้จริงของผลตอบแทนที่พวกเขาจะได้รับ และจะมีความพึงพอใจในกรณีใดก็ตามที่พวกเขาได้รับผลตอบแทนสูงสุด ซึ่งการตัดสินใจมักต้องมีพื้นฐานของผลตอบแทนมาใช้เป็นบรรทัดฐาน โดยตรงและไม่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น

การสร้างความสัมพันธ์เพื่อสร้างเส้น โค้งหาค่าอรรถประโยชน์และนำมาใช้งานเพียงค่าเดียว เป็นวิธีการที่ยู่ยากและใช้เวลานานหากมีหลายปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณา จึงมีการพัฒนารูปแบบพิเศษของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ขึ้นมา โดยรูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายปัจจัย (Multi-attribute utility function) ซึ่งฟังก์ชันอรรถประโยชน์ก็มีหลายรูปแบบเช่นกัน แต่รูปแบบที่นิยมใช้มาก คือ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบนี้เพื่อการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

3.2.3 ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายปัจจัย (Multi-attribute utility function)

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายปัจจัย จะทำการรวบรวมความพึงพอใจของผู้ประเมินในแต่ละปัจจัยลงในฟังก์ชันอรรถประโยชน์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- ให้ผู้ประเมินเห็นคุณค่าและต้องใช้ในการประเมินความสำคัญด้วยเทคนิคที่เสนอแนะ
- เลือกรูปแบบที่เหมาะสมของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่พิจารณาหลายปัจจัย ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบการรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก ดังสมการ 3.2

$$U(x) = \sum_i^q w_i u_i(x_i) \quad (3.2)$$

โดย $x \in X$

เมื่อ x = ปัจจัยในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

w_i = น้ำหนักความสำคัญ

$u_i(x)$ = ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของปัจจัย x

$U(x)$ = ฟังก์ชันอรรถประโยชน์โดยรวมทั้งหมด

โดยสมการดังกล่าวมีสมมุติฐานเบื้องต้น เกี่ยวกับความเป็นอิสระ (Independence) ของปัจจัย ดังต่อไปนี้

- ความพึงพอใจอิสระ (Preferential independence) สมมุติว่าการเปรียบเทียบคุณค่าระหว่างสองปัจจัย ไม่มีผลกระทบต่อกัน
- อรรถประโยชน์อิสระ (Utility independence) สมมุติว่าค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยมีความเป็นอิสระต่อกัน
 - กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับแต่ละปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการประเมิน ซึ่งน้ำหนักความสำคัญดังกล่าวสามารถหาได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์โดยสมการถดถอย การใช้ดุลยพินิจส่วนบุคคลของผู้ประเมินแต่ละคน หรือ การพิจารณาเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญระหว่างสองปัจจัย เป็นต้น
 - ผลของการหาฟังก์ชันอรรถประโยชน์จะสะท้อนทัศนคติของผู้ประเมินที่มีต่อความเสี่ยงออกมา โดยแบ่งออกได้เป็นสามประเภท คือ ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality) และทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion)
 - หลังจากทำการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณาหลายปัจจัยแล้ว ต้องทำการประเมินสเกลการวัดค่าคงที่ เพื่อแสดงความเชื่อถือได้ในการนำมาใช้งาน เช่น อรรถประโยชน์ของผู้รับเหมาประสบการณ์ 10 ปี ควรมีค่าเท่ากับทุกราย
 - การประเมินทางเลือกแต่ละทาง ค่าของแต่ละปัจจัยจะถูกแปลงเป็นค่าอรรถประโยชน์ ซึ่งเป็น

ค่าที่ไม่มีหน่วย โดยใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่ได้มาจากขั้นตอนข้างต้น ค่อยจากนั้นจะนำค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยคูณด้วยน้ำหนักความสำคัญ แล้วจึงหาผลรวมเป็นค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด ซึ่งจะพิจารณาโดย ทางเลือกที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสูงสุดคือ ทางเลือกที่ดีที่สุด

- ต้องทำการทดสอบความสอดคล้องของค่าอรรถประโยชน์ (Consistency test) เทียบกับความพึงพอใจของผู้ทำการตัดสินใจอีกครั้ง ถึงแม้ว่าฟังก์ชันของค่าอรรถประโยชน์จะได้จากขั้นตอนที่กล่าวไว้ข้างต้นก็ตาม แต่ฟังก์ชันของค่าอรรถประโยชน์อาจจะไม่สามารถแทนถึงความพึงพอใจของผู้ทำการตัดสินใจได้อย่างแท้จริง อาจเนื่องมาจาก การคำนวณที่ผิดพลาด, ความผิดพลาดจากการตัดสินใจ, การเปลี่ยนทัศนคติและแนวความคิดของผู้ตัดสินใจหรือการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในปัจจุบัน ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถทำการตั้งเป็นตัวอย่างสมมุติเพื่อทำการทดสอบได้

จากทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองให้สามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นขณะทำการประเมินได้ แต่การประเมินหรือคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง ส่วนมากจะทำโดยกลุ่มบุคคลหรือคณะกรรมการผู้ได้รับมอบหมายให้เป็นตัวแทนเพื่อทำการพิจารณาคัดเลือก ซึ่งส่งผลให้ผู้ประเมินแต่ละคนอาจให้น้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน รวมถึงใช้ปัจจัยในการประเมินที่แตกต่างกัน ทำให้อาจเกิดการถกเถียงกันได้ว่า ควรใช้น้ำหนักความสำคัญที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัจจัยเป็นเท่าใด หรือควรใช้ปัจจัยใดบ้างในการประเมิน ซึ่งปัญหาดังกล่าวคือได้ว่าเป็นข้อจำกัดในการประเมินโดยใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถรวมการตัดสินใจของผู้ประเมินหลายคนได้ ซึ่งในการลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน (Social welfare function) มาเพื่อใช้รวบรวมผลการประเมินจากผู้ประเมินทุกคนเพื่อหาผลสรุปในการประเมินได้ โดยรายละเอียดของฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนจะได้อธิบายต่อไป

3.3 ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน (Social Welfare Function)

ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนจะมีลักษณะของกลุ่มคนเพียงบางส่วนในสังคมที่จะแสดงความพึงพอใจหรือลงความเห็นในการตัดสินใจนั้นๆ เนื่องจากกลุ่มคนในสังคมถือเป็นกลุ่มใหญ่ จึงมีการนำความพึงพอใจหรือความเห็นทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกัน โดยการพัฒนาฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ยุคหลักๆ คือ

3.3.1 ฟังก์ชันกลุ่มคนในช่วงยุคเก่า (Old welfare function)

มีรูปแบบดังนี้

$$\text{Maximize } W = \sum_{i=1}^j U_i(x_i) \quad (3.3)$$

โดย W = ค่าฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน
 $U_i(x)$ = ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคน
 j = จำนวนผู้ตัดสินใจทั้งหมด
 x = ปัจจัย

มี 2 สมมติฐานหลักเกี่ยวกับฟังก์ชันอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนยุคเก่าดังนี้

- ค่าอรรถประโยชน์เป็นค่าที่สามารถวัดได้
- ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคลเป็นค่าที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันและรวมกันได้

3.3.2 ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนยุคใหม่ (New welfare function)

มีรูปแบบดังนี้

$$\text{Maximize } W(\lambda) = \sum_{i=1}^j \lambda_i U_i(x_i) \quad (3.4)$$

โดย เมื่อ λ มีค่ามากกว่า 0 หมายความว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ประเมินแต่ละคนต้องมีค่ามากกว่า 0 และผู้ประเมินทุกคนมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน

3.3.3 ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบัน (Modern welfare function)

เป็นการรวมแนวความคิดของทั้ง 2 ยุคแรกเข้าด้วยกัน แต่การให้น้ำหนักความสำคัญต่างกัน โดยรูปแบบนี้สามารถให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ผู้ตัดสินใจไม่เท่ากันได้ กล่าวคือผู้ตัดสินใจในองค์กรหนึ่งอาจมีคะแนนเสียงในการตัดสินใจมากหรือน้อยกว่าผู้ตัดสินใจคนอื่นๆ ได้ ทำให้รูปแบบของการตัดสินใจมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น

ดังนั้น ในฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบันจะให้การประมาณค่าอรรถประโยชน์ออกมาเป็นน้ำหนักความสำคัญที่สามารถรวมกันได้ มีรูปแบบดังนี้

$$\sum_{i=1}^j \lambda_i U_i(x_i) \quad (3.5)$$

โดย $U_i(x)$ = ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่มีต่อปัจจัย
 λ_i = ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน
 j = จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด
 x = ปัจจัย

3.3.4 รูปแบบของฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนสำหรับงานวิจัยนี้

จากที่กล่าวข้างต้นถึงรายละเอียดของฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนในแต่ละยุค เพื่อนำมาพัฒนาและปรับใช้งานกับงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนเพื่อประเมินและคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง โดยการรวมค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจรวมของผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่มีความคิดแตกต่างกันได้ โดยจากการศึกษาของ ภักพงษ์ เหลืองบงกช [19] ได้เสนอรูปแบบของฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคนดังกล่าวดังสมการ 3.6

$$\text{Maximize } U(w) = \sum_{i=1}^j w_i U_i \quad (3.6)$$

- โดย U = ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน
 w = เวกเตอร์สำหรับน้ำหนักความสำคัญ
 w_i = น้ำหนักความสำคัญของแต่ละบุคคล
 U_i = ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคล
 j = จำนวนของผู้ประเมิน

3.4 บทวิเคราะห์

การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงซึ่งจะกล่าวในลำดับต่อไปนั้น ได้นำเอาทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในรูปแบบของ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive) ซึ่งเป็นฟังก์ชันอรรถประโยชน์รูปแบบที่นิยมใช้กัน มาช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องของความเสียดและความไม่แน่นอนสำหรับกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัย ในส่วนของการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง มักทำโดยกลุ่มบุคคลหรือคณะกรรมการที่ถูกแต่งตั้งมา ทั้งนี้ น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคนและอาจมีค่าไม่เท่ากันสำหรับแต่ละโครงการ จึงได้นำเอาทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน มาช่วยในการรวมค่าอรรถประโยชน์จากกลุ่มผู้ตัดสินใจซึ่งมีความเห็นแตกต่างกันได้

บทที่ 4

การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

4.1 บทนำ

จากการศึกษาทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม พบว่าข้อจำกัดของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกที่มีอยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดร่วมกัน คือ การไม่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน การขาดความสามารถที่จำเป็นในการคำนึงถึงความพึงพอใจจากผู้ตัดสินใจหลายคน และแบบจำลองส่วนใหญ่ไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ งานวิจัยนี้จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาะช่วงขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว

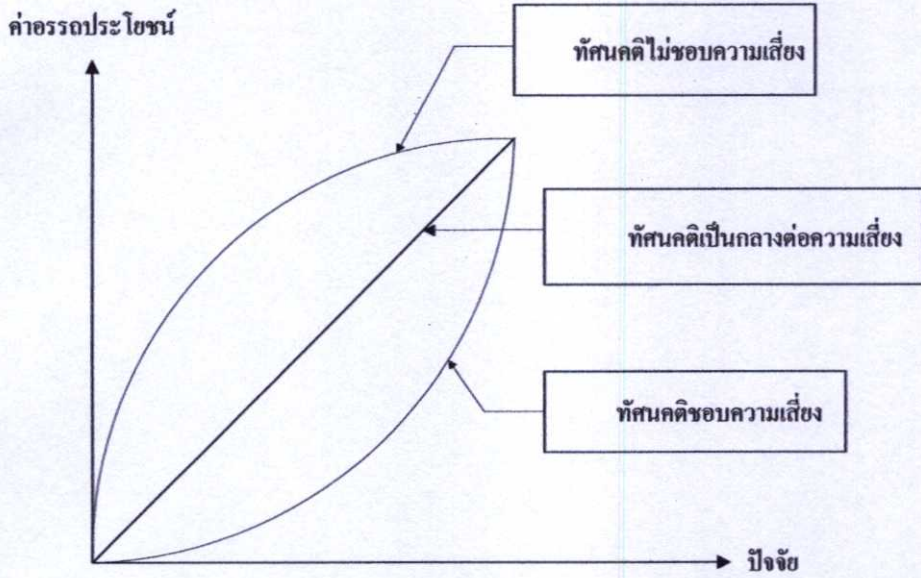
กระบวนการของแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในส่วนของกระบวนการประเมิน และ 4 กระบวนการในส่วนของการทำงานของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองนี้จะถูกพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อให้กลุ่มผู้ตัดสินใจสามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้พร้อมกัน โดยใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการทำงานรวมถึงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานหรือผู้ตัดสินใจ และใช้ MySQL เป็นพื้นฐานในการสร้างฐานข้อมูลหลังจากที่ผู้ตัดสินใจได้ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาะช่วงแล้ว

4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง

ทฤษฎีที่นำมาใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองประกอบด้วย ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน ในการจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนและรวมความพึงพอใจจากการพิจารณาของผู้ตัดสินใจหลายคนตามลำดับ

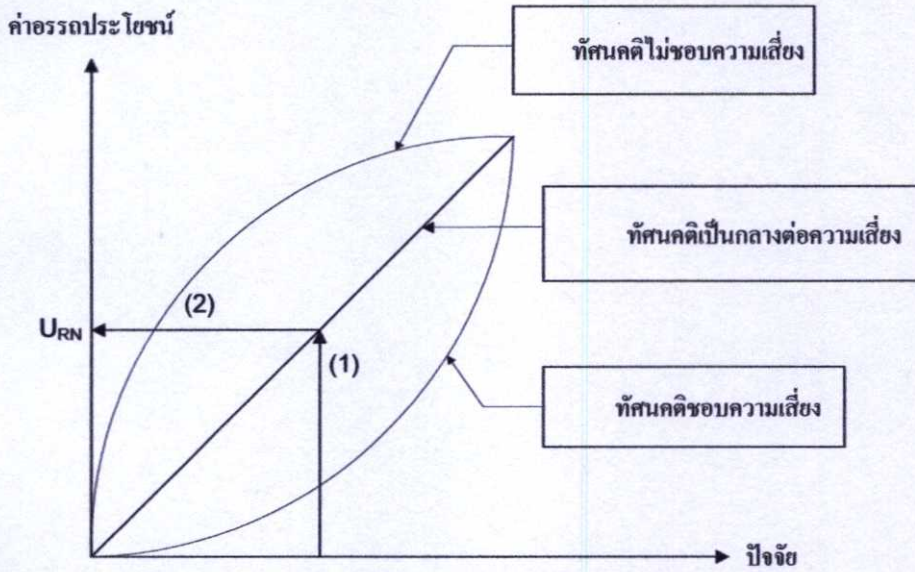
4.2.1 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์

จากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์ของคนทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าทัศนคติของผู้ตัดสินใจถูกแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ (1) ทัศนคติแบบไม่ชอบความเสี่ยง (Risk Aversion) (2) ทัศนคติแบบเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk Neutral) และ (3) ทัศนคติแบบชอบความเสี่ยง (Risk Propensity) [8]

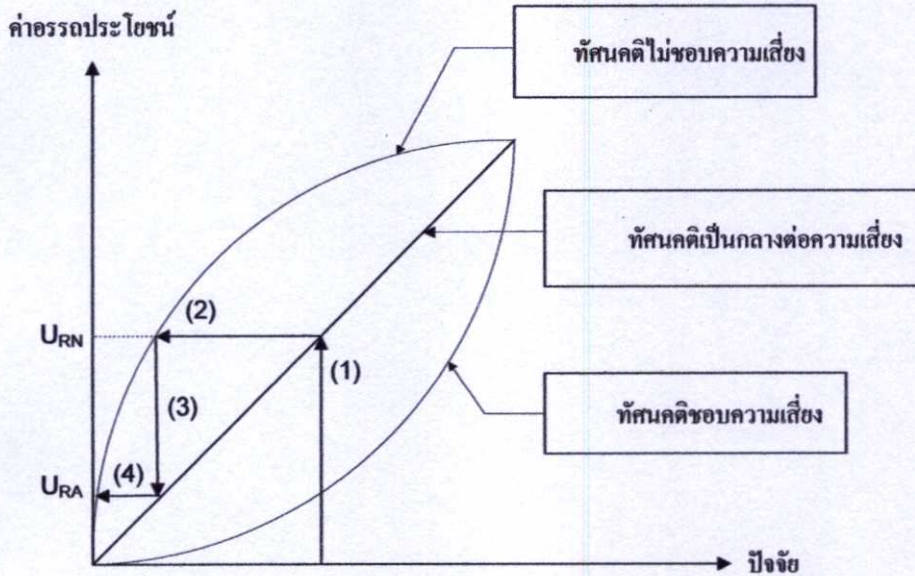


รูปที่ 4.1 รูปแบบของทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของคนทั่วไป

หากผู้ตัดสินใจมีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง สามารถหาค่าอรรถประโยชน์ได้ตามรูปที่ 4.2 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ U_{RN} ในกรณีที่ผู้ตัดสินใจมีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยงสามารถหาค่าอรรถประโยชน์ได้ตามรูปที่ 4.3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ U_{RA}

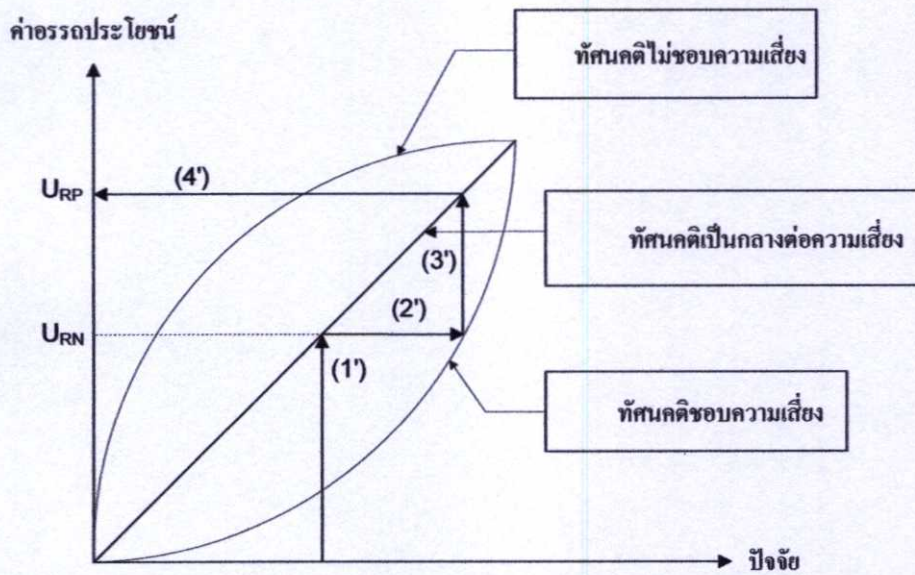


รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง

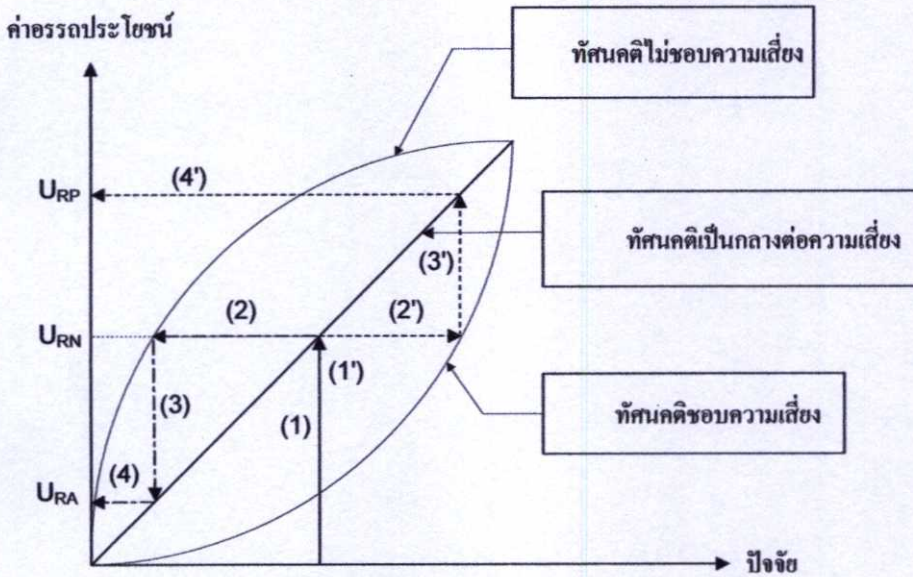


รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง

การหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ตัดสินใจที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ U_{RP}



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์

ขั้นตอนการหาค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้ตัดสินใจที่มีความแตกต่างกันในด้านทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ตามที่แสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งหมายความว่าหากผู้ตัดสินใจมีทัศนคติชอบความเสี่ยง ค่าอรรถประโยชน์ที่วัดได้ควรจะสูงกว่า U_{RN} แต่ถ้าผู้ตัดสินใจนั้นมีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง ค่าอรรถประโยชน์ที่วัดได้ควรจะต่ำกว่า U_{RN}

- เพื่อความสะดวกในการหาค่าอรรถประโยชน์ ผู้ตัดสินใจสามารถทำตามขั้นตอนที่แนะนำได้ดังนี้
- (1) คิดถึงค่าคะแนนที่ปัจจัยนั้นๆ ควรจะได้รับ ของผู้รับเหมาช่วงที่กำลังพิจารณา โดยไม่คำนึงถึงความเสี่ยง
 - (2) คิดถึงความเสี่ยงของการเลือกผู้รับเหมาช่วงแต่ละราย ที่มีผลมาจากปัจจัยภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ การเมือง
 - (3) ให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัย ตามทัศนคติของผู้ตัดสินใจที่มีผลต่อความเสี่ยง โดยหากผู้ตัดสินใจถูกจัดอยู่ในประเภท ไม่ชอบความเสี่ยง ค่าอรรถประโยชน์ที่จะให้ จึงควรต่ำกว่าที่คิดไว้ในข้อ (1) แต่หากผู้ตัดสินใจมีทัศนคติชอบความเสี่ยง ค่าอรรถประโยชน์ที่ให้ก็ควรสูงกว่าที่คิดไว้ในข้อ (1)

4.2.2 การประยุกต์ใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน

สมการที่ใช้สำหรับโปรแกรมนี้ เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน โดยมีรูปแบบพิเศษของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ คือ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Additive) เพื่อความง่ายในการนำมาใช้สำหรับการรวมค่าอรรถประโยชน์จากการให้คะแนนแก่ผู้รับเหมาช่วง จากผู้ตัดสินใจแต่ละคน รูปแบบของสมการมีดังนี้

$$U^{SCA} = \sum_{j=1}^n w_j^n U_j \quad \text{สำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกราย} \quad (4.1)$$

เมื่อ w_j^n คือ น้ำหนักปรับปรุงของแต่ละปัจจัยสำหรับประเมินผู้รับเหมาช่วงของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$w_j^n = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \times 100\% \quad (4.2)$$

โดยที่	w_j	คือ น้ำหนักของแต่ละปัจจัย
	U_j	คือ ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย
	U^{SCA}	คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้รับเหมาช่วงจากผู้ตัดสินใจหนึ่งคน
	n	คือ จำนวนของปัจจัยทั้งหมด

ฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อรวมค่าอรรถประโยชน์จากผู้ตัดสินใจทุกคน แสดงเป็นรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$SW^{SCA} = \sum_{k=1}^q W_k^n U_k^{SCA} \quad \text{สำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกราย} \quad (4.3)$$

เมื่อ w_k^n คือ น้ำหนักปรับปรุงของน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.4

$$w_k^n = \frac{w_k}{\sum_{j=1}^n w_k} \times 100\% \quad (4.4)$$

โดยที่ SW^{SCA} คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมจากการประเมินผู้รับเหมาช่วงทั้งหมด โดยผู้ประเมินทุกคน

U_k^{SCA} คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจคนที่ k

q คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

w_k คือ น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน

ในขั้นตอนนี้ต่อมาผู้ตัดสินใจจะทำการประเมินผู้รับเหมาช่วงในเรื่องของความสามารถอีกครั้ง โดยพิจารณาปัจจัยด้านราคาร่วมด้วย ซึ่งแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$SW^{SCA\&Bp} = \sum_{k=1}^q (W_k^{SCA} U_k^{SCA} + W_k^{Bp} U_k^{Bp}) \quad \text{สำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกราย} \quad (4.5)$$

เมื่อ W_k^{Bp} คือ น้ำหนักปรับปรุงของปัจจัยด้านราคาจากผู้ตัดสินใจคนที่ k ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.6 ดังนี้

$$W_k^{Bp} = \frac{w_k^{Bp}}{w_k^{Bp} + w_k^{SCA}} \times 100 \% \quad (4.6)$$

และในทำนองเดียวกัน W_k^{SCA} คือ น้ำหนักปรับปรุงของความสามารถของผู้รับเหมาช่วง จากผู้ตัดสินใจคนที่ k สามารถหาได้จากสมการที่ 4.7 ดังนี้

$$W_k^{SCA} = \frac{w_k^{SCA}}{w_k^{Bp} + w_k^{SCA}} \times 100 \% \quad (4.7)$$

เมื่อ U_k^{Bp} คือ ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านราคา และ U_k^{SCA} คือ ค่าอรรถประโยชน์ของความสามารถของผู้รับเหมาช่วง จากผู้ตัดสินใจคนที่ k ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่ได้ คือ $SW^{SCA\&Bp}$ และนำค่าที่ได้มานำจัดอันดับผู้รับเหมาช่วงเพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกต่อไป

4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (ขั้นตอนที่ 1: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง, ขั้นตอนที่ 2: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา) ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ (1) กระบวนการเลือกปัจจัย (2)

กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วง (3) กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา (4) กระบวนการสมมูลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ [21] ดังแสดงในรูปที่ 4.6

4.3.1 กระบวนการคัดเลือกปัจจัย

ในขั้นตอนนี้ผู้ตัดสินใจแต่ละคนจะพิจารณาปัจจัยสำหรับประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน ปัจจัยด้านการติดตั้ง ปัจจัยด้านวิศวกรรม และ ปัจจัยด้านการตลาดและประชาสัมพันธ์ [7] ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยที่แนะนำให้แก่ปัจจัยเหล่านี้ อย่างไรก็ตามผู้ตัดสินใจสามารถเปลี่ยนค่าน้ำหนักปัจจัยและสามารถเพิ่มเติมปัจจัยลงไปโปรแกรมได้ตามต้องการ

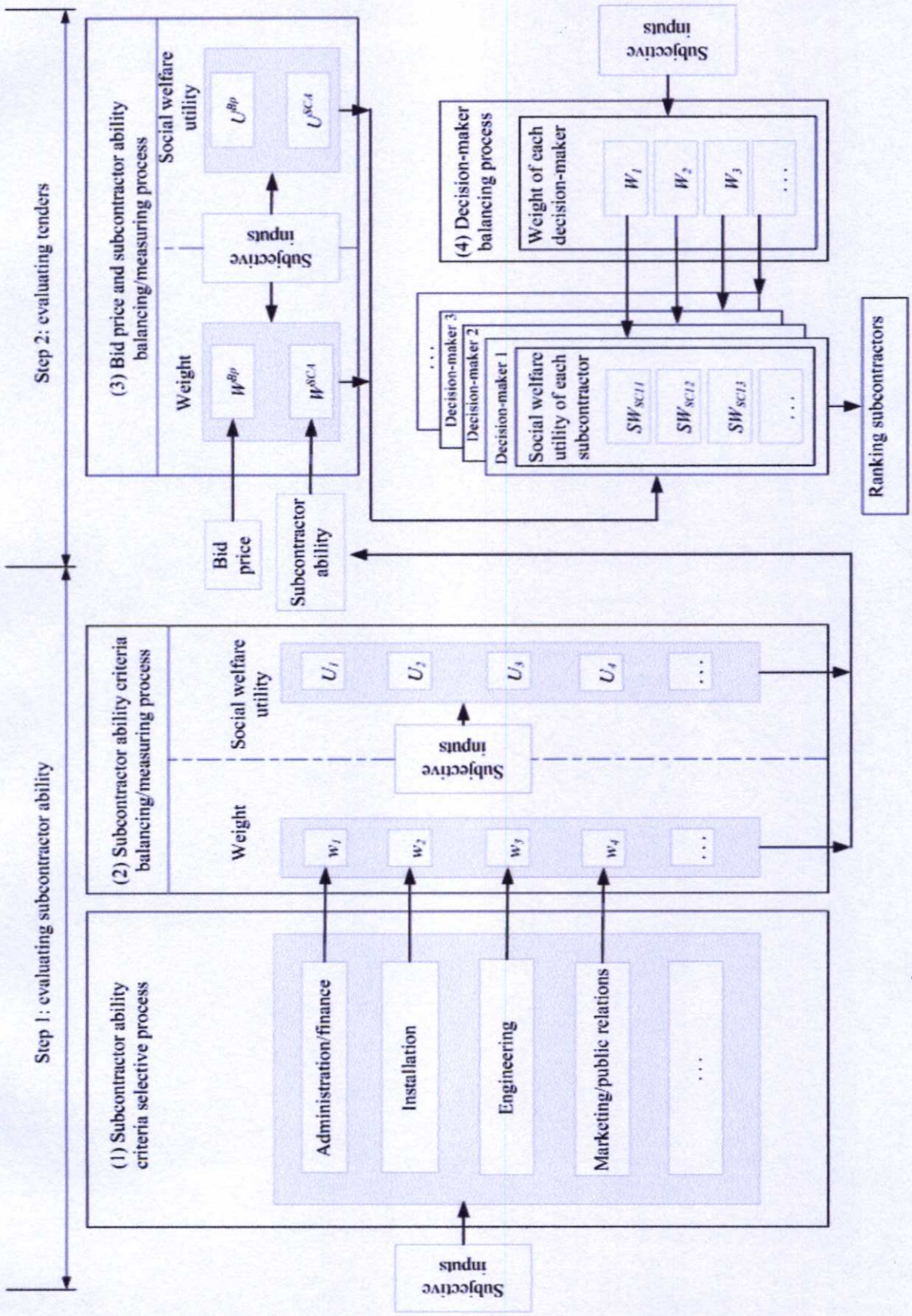
4.3.2 กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วง มีขั้นตอนหลักสำหรับผู้ตัดสินใจแต่ละคน ดังนี้

- ให้ค่าน้ำหนัก (w) แก่ปัจจัยทุกปัจจัย
- ให้ค่าอรรถประโยชน์ (U) ซึ่งมีค่าระหว่าง 1 ถึง 10 (1 แสดงถึงค่าอรรถประโยชน์ต่ำมาก และ 10 แสดงถึงค่าอรรถประโยชน์สูงมาก) แก่ทุกปัจจัยสำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกราย
- คำนวณค่าอรรถประโยชน์ทั้งหมด (U^{SCA}) ของผู้รับเหมาช่วง สำหรับผู้ตัดสินใจหนึ่งคน โดยใช้สมการที่ 4.1
- คำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคน (SW^{SCA}) ของผู้รับเหมาช่วงทุกคน สำหรับผู้ตัดสินใจทุกคน โดยใช้สมการที่ 4.3

4.3.3 กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา

ในส่วนนี้ผู้ตัดสินใจสามารถให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยด้านราคาของผู้รับเหมาช่วงเสนอเข้ามา เพื่อใช้ในการพิจารณาร่วมด้วยได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ใส่ข้อมูลราคาของผู้รับเหมาช่วงทุกราย
- ให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยด้านราคา (w^{Rp})
- ให้ค่าน้ำหนักแก่ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง (w^{SCA})
- ให้ค่าอรรถประโยชน์ (U_k^{Rp}) ซึ่งมีค่าระหว่าง 1 ถึง 10 (1 แสดงถึงราคาของผู้รับเหมาช่วงเสนอมามีมูลค่าสูงมาก และ 10 แสดงถึงราคาของผู้รับเหมาช่วงเสนอมามีมูลค่าต่ำมาก) สำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกราย



รูปที่ 4.6 กระบวนการของแบบจำลองในการประเมินผู้รับเหมากลาง

4.3.4 กระบวนการสมมูลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ

เนื่องจาก น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจมีค่าไม่เท่ากัน ต้องมีการตกลงกันก่อนว่าค่าน้ำหนักของแต่ละคนควรเป็นเท่าไร หลังจากนั้นให้ดำเนินขั้นตอนดังนี้

- กำหนดค่าน้ำหนักของผู้ตัดสินใจแต่ละคน (W_k)
- คำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคน ($SW^{SCA\&Bp}$) โดยใช้สมการที่ 4.5
- จัดอันดับผู้รับเหมาช่วงตามคะแนนที่ได้รับ หรือเลือกผู้รับเหมาช่วงที่ดีที่สุดจากผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงที่สุด

4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานผ่านเว็บ เพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถประเมินผู้รับเหมาช่วงได้พร้อมกัน ลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองสำหรับงานวิจัยประกอบด้วย 4 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการกำหนดข้อมูลทั่วไปของการประเมิน เริ่มจากผู้ตัดสินใจเข้าสู่ระบบของโปรแกรมคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง หลังจากนั้นทำการใส่ข้อมูลชื่อ โครงการ วันที่ทำการประเมิน ผู้รับเหมาช่วง ข้อมูลทั่วไปของบริษัทผู้รับเหมาช่วง ข้อมูลการเสนอราคาของผู้รับเหมาช่วง ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน และการกำหนดน้ำหนักความสำคัญแก่ผู้ตัดสินใจ
- ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้ประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง ผู้ตัดสินใจสามารถเพิ่มปัจจัยที่ใช้สำหรับประเมินได้ และทำการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยนั้นๆ โดยที่โปรแกรมจะแสดงค่าน้ำหนักปัจจัยที่แนะนำไว้ที่เมนู “วิธีใช้งาน” หลังจากผู้ตัดสินใจกำหนดค่าอรรถประโยชน์ให้แก่แต่ละปัจจัยจนครบแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัยของผู้รับเหมาช่วงทุกราย หากมีจำนวนผู้รับเหมาช่วงมากกว่า 3 ราย โปรแกรมจะทำการเลือกเฉพาะผู้ที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงที่สุด 3 อันดับแรกเท่านั้นที่จะผ่านเข้าสู่การประเมินรอบต่อไป
- ส่วนที่ 3 เป็นการประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา ในรอบนี้ ผู้ตัดสินใจจะต้องให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยด้านความสามารถ เปรียบเทียบกับความสำคัญด้านราคา โดยที่โปรแกรมจะแสดงค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ พิจารณาด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ของราคาที่เสนอไว้ที่เมนู “Utility Manual”
- ส่วนที่ 4 เป็นการนำค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจมาพิจารณาพร้อมกับค่าอรรถประโยชน์ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดลำดับคะแนนจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด โดยโปรแกรมจะเสนอให้ผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงที่สุดเป็นผู้ที่ได้รับการคัดเลือก

เมื่อผู้ตัดสินใจทุกคนทำการประเมินผู้รับเหมาช่วงจนจบกระบวนการแล้ว สามารถส่งพิมพ์ผลลัพธ์ที่ได้ทันทีจากหน้าเว็บเพจ นอกจากนี้ผู้ตัดสินใจยังสามารถย้อนกลับไปแก้ไขค่าน้ำหนักปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งข้อมูลต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนได้ หากต้องการดูข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการประเมินเรียบร้อยแล้วสามารถเรียกข้อมูลกลับมาแสดงได้ตลอดเวลา เนื่องจากข้อมูลที่กรอกลงไปทั้งหมดนั้นจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยแยกตามโครงการ หากมีการแก้ไขข้อมูล โปรแกรมจะเก็บเฉพาะข้อมูลล่าสุดเอาไว้เท่านั้น

4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

จากกระบวนการและขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้น นำมาออกแบบโปรแกรมสำหรับแบบจำลองโดยใช้ PHP/MySQL ข้อดีของภาษา PHP คือ ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ มีผู้ให้บริการเซิร์ฟเวอร์ (Server) มาก มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด [22] งานวิจัยนี้จึงได้ใช้ภาษา PHP ในส่วนของการติดต่อระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้งาน เพื่อรับข้อมูลการให้ค่าน้ำหนักปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์จากผู้ตัดสินใจมาคำนวณและรายงานผลการคำนวณ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้รับเข้ามาไปเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งส่วนของการจัดการฐานข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกโปรแกรม MySQL เนื่องจากมีข้อดี คือ ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ ฐานข้อมูลมีขนาดเล็กสามารถทำงานได้เร็ว และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน [23]

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองมีดังนี้

- การกำหนดสถานการณ์สำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง
- การให้น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง
- การกำหนดปัจจัยสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง
- การให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง
- การประเมินผู้รับเหมาช่วง
- การรายงานผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

4.5.1 การกำหนดสถานการณ์สำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

เริ่มจากผู้ตัดสินใจต้องลงทะเบียนเข้าสู่ระบบเพื่อกำหนดสถานการณ์สำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วผู้ตัดสินใจต้องใส่ชื่อโครงการ และวันที่ทำการประเมินดังแสดงในรูปที่ 4.7 ขั้นตอนถัดไป เป็นการใส่ข้อมูลทั่วไปของผู้รับเหมาช่วงที่ต้องการประเมิน ประกอบด้วย ชื่อบริษัท ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ และมูลค่าของโครงการที่เสนอราคา (หรือปัจจัยด้านราคา) ดังแสดงในรูปที่ 4.8

โปรแกรมคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

- โครงการ
- วิธีใช้งาน
- Utility Manual
- ติดต่อ
- ออกจากระบบ

ชื่อโครงการ:

วันที่:

COPYRIGHT © 2008.

VALID XHTML
VALID CSS

รูปที่ 4.7 การกำหนดชื่อ โครงการและวันที่ทำการประเมิน

- โครงการ
- วิธีใช้งาน
- Utility Manual
- ติดต่อ
- ออกจากระบบ

บริษัท	ที่อยู่	เบอร์ติดต่อ	มูลค่าโครงการที่เสนอราคา	ลบ
Taikisha	-	-	156,009,600 บาท	<input type="button" value="ลบ"/>
Toenec	-	-	120,643,850 บาท	<input type="button" value="ลบ"/>
Kindenko	-	-	92,250,000 บาท	<input type="button" value="ลบ"/>
TTK	-	-	113,310,000 บาท	<input type="button" value="ลบ"/>

บริษัท:

ที่อยู่:

เบอร์ติดต่อ:

มูลค่าโครงการที่เสนอราคา: บาท

COPYRIGHT © 2008.

VALID XHTML
VALID CSS

รูปที่ 4.8 การกำหนดข้อมูลทั่วไปของผู้รับเหมาช่วงที่ต้องการประเมิน

4.5.2 การให้นำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

ขั้นตอนต่อมาเป็นการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตัดสินใจ และค่านำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจดังแสดงในรูปที่ 4.9

• โครงการ
• วิธีใช้งาน
• Utility Manual
• ติดต่อ
• ออกจากระบบ

ชื่อ	อีเมล	ค่านำหนัก
krissanas	krissana	10 ลบ
veeras	veera	10 ลบ

ชื่อผู้เข้าประเมิน: ▼

ค่านำหนักของผู้ประเมิน: ▼

รูปที่ 4.9 การกำหนดข้อมูลของผู้ตัดสินใจ

4.5.3 การกำหนดปัจจัยสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

ปัจจัยเริ่มต้นที่กำหนดให้สำหรับการพิจารณาแรก คือ ปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ์ ปัจจัยด้านวิศวกรรม ปัจจัยด้านการติดตั้ง และปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน ซึ่งผู้ตัดสินใจสามารถเพิ่มปัจจัยที่ต้องการได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังได้แสดงปัจจัยสำหรับพิจารณาผู้รับเหมาช่วงในรอบที่สองคือ ปัจจัยด้านราคา และความสามารถของผู้รับเหมาช่วง ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ผู้ตัดสินใจสามารถดูความหมายของปัจจัยเพิ่มเติมได้จากเมนู “วิธีใช้งาน”

ปัจจัย	-
ใบเสนอราคา	
ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง	
การตลาด/ประชาสัมพันธ์	
วิศวกรรม	
การติดตั้ง	
ธุรการ/การเงิน	

ปัจจัย:

รูปที่ 4.10 การกำหนดปัจจัยสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

4.5.4 การให้นำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

เมื่อกำหนดปัจจัยเรียบร้อยแล้ว จะเข้าสู่การให้นำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์แก่ผู้รับเหมาช่วง ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกค่าน้ำหนักปัจจัยที่ต้องการได้ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1-100 และค่าอรรถประโยชน์ที่กำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 1-10 ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ผู้ตัดสินใจสามารถดูค่าน้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำได้จากเมนู “วิธีใช้งาน” และคู่มือการหาค่าอรรถประโยชน์, การให้ค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ พิจารณาด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ของราคาที่เสนอได้จากเมนู “Utility Manual”

เนื่องจากโปรแกรมนี้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานบนอินเทอร์เน็ต และต้องมีการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบก่อนทำการประเมิน เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการประเมิน อีกทั้งยังเป็นการลดขั้นตอนการล็อกอิน (Log in) เข้าสู่ระบบอีกครั้งเพื่อประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับการพิจารณาด้านราคาในรอบที่สอง ผู้วิจัยจึงออกแบบโปรแกรมโดยวางส่วนรับข้อมูลสำหรับปัจจัยที่ใช้พิจารณาในรอบที่สองอยู่หน้าเดียวกับปัจจัยที่ใช้ประเมินในรอบแรก เพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถให้ค่าน้ำหนักและค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยทั้งสองรอบได้ โดยการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบเพียงครั้งเดียว

ดังนั้นผู้ตัดสินใจจึงต้องกำหนดสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญระหว่างการประเมินด้านความสามารถของผู้รับเหมาช่วงต่อการประเมินด้านราคา และให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยด้านราคา ซึ่งทั้งสองปัจจัยที่นำมาพิจารณาในรอบที่สองนี้จะอยู่ที่สองบรรทัดล่างสุดเสมอ

NGK 2009-01-05

กรรมการ krissana s

รายการปัจจัย	น้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenko	TTK
ธรรมา / การเงิน	20	8	7	8	5
การติดตั้ง	30	7	7	9	6
วิศวกรรม	34	8	8	9	7
การตลาด ประชาสัมพันธ์	16	4	5	7	3
ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง	45	0	0	0	0
ใบเสนอราคา	55	6	7	10	7

รูปที่ 4.11 การให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์สำหรับผู้รับเหมาช่วง

4.5.5 การประเมินผู้รับเหมาช่วง

หลังจากที่ผู้ตัดสินใจให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์แก่แต่ละปัจจัย สำหรับผู้รับเหมาช่วงทุกรายแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผล ในขั้นตอนนี้หากผู้ตัดสินใจต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลค่าน้ำหนักปัจจัยหรือค่าอรรถประโยชน์ สามารถย้อนกลับไปทีหน้าแรกของโปรแกรมแล้วเลือกเมนู “แก้ไข” เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ได้ตามต้องการ โปรแกรมสามารถแสดงผลการประเมินผู้รับเหมาช่วงทุกรายจากผู้ตัดสินใจแบบแยกเป็นรายคน และแบบรวมผลการประเมินจากผู้ตัดสินใจทุกคนดังรูปที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

4.5.6 การรายงานผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

เมื่อผู้ตัดสินใจทำการประเมินจนครบทุกคนแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง โดยที่โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์ของผู้รับเหมาช่วงแต่ละราย แล้วนำมาจัดอันดับจากผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์มากที่สุด ไปหาผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์น้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งในส่วนของการสรุปผลการคัดเลือก โปรแกรมจะเสนอชื่อผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์มากที่สุด หากมีการแก้ไขข้อมูลและต้องการทราบผลการประเมินอีกครั้ง สามารถทำได้โดยไปที่หน้าแรกของโปรแกรมแล้วเลือกเมนู “แสดงผล” โปรแกรมจะทำการแสดงผลการประเมินตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปทันที หลังจากนั้นผู้ตัดสินใจสามารถพิมพ์ผลการประเมินได้ทันทีโดยใช้คำสั่ง Ctrl+P

กรรมกร KRISSANA S

รายการปัจจัย	น้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK
การตลาด/ประชาสัมพันธ์	16	4	5	7	3	0.64	0.80	1.12	0.48
วิศวกรรม	34	8	8	9	7	2.72	2.72	3.06	2.38
การติดตั้ง	30	7	7	9	6	2.10	2.10	2.70	1.80
ธุรการ/การเงิน	20	8	7	8	5	1.60	1.40	1.60	1.00
	100					7.06	7.02	8.48	5.66

รายการปัจจัย	น้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK
ใบเสนอราคา	55	6	7	10	0	3.30	3.85	5.50	0.00
ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง	45	0	0	0	0	3.18	3.16	3.82	0.00
	100					64.77	70.09	93.16	0.00

กรรมกร VEERA S

รายการปัจจัย	น้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK
การตลาด/ประชาสัมพันธ์	13	5	4	6	3	0.65	0.52	0.78	0.39
วิศวกรรม	32	8	8	9	7	2.56	2.56	2.88	2.24
การติดตั้ง	30	8	7	8	5	2.40	2.10	2.40	1.50
ธุรการ/การเงิน	25	8	7	7	6	2.00	1.75	1.75	1.50
	100					7.61	6.93	7.81	5.63

รายการปัจจัย	น้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK	Taikisha	Toenec	Kindenکو	TTK
ใบเสนอราคา	64	4	6	9	0	2.56	3.84	5.76	0.00
ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง	36	0	0	0	0	2.74	2.49	2.81	0.00
	100					53.00	63.35	85.72	0.00

รูปที่ 4.12 การแสดงผลการประเมินผู้รับเหมาช่วงจากผู้ตัดสินใจแบบแยกเป็นรายคน

ผู้ให้คะแนน	ค่าน้ำหนัก	Taikisha	Toenec	Kindenko	TTK
krissanas	10	32.39	35.05	46.58	0.00
veeras	10	26.50	31.67	42.86	0.00
	20	58.88	66.72	89.44	0.00

Subcontractor Evaluation

Subcontractor	Weighted Additive Welfare	Ranking Order
Kindenko	89.44	1
Toenec	66.72	2
Taikisha	58.88	3
TTK	0.00	4

สรุปผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง ได้แก่ Kindenko ซึ่งมีค่าอรรถประโยชน์รวม = 89.44

รูปที่ 4.13 การแสดงผลการประเมินผู้รับเหมาช่วงแบบรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน

4.6 สรุปการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง

จากการศึกษาทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม พบว่าข้อจำกัดของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกที่มีอยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดร่วมกัน คือ การไม่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน การขาดความสามารถที่จำเป็นในการคำนึงถึงความพึงพอใจจากผู้ตัดสินใจหลายคน และแบบจำลองส่วนใหญ่ไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ งานวิจัยนี้จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว โดยประยุกต์ใช้พื้นฐานของทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน

กระบวนการของแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในส่วนของ การประเมิน (ขั้นตอนที่ 1: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง, ขั้นตอนที่ 2: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา) และ 4 กระบวนการในส่วนของการทำงานของแบบจำลอง ได้แก่ (1) กระบวนการเลือกปัจจัย (2) กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วง (3) กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับการพิจารณาด้านราคา (4) กระบวนการสมมูลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ซึ่งแบบจำลองนี้จะถูกพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อให้กลุ่มผู้ตัดสินใจสามารถใช้งาน โปรแกรมนี้ได้พร้อมกัน โดยใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการทำงานรวมถึงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานหรือผู้ตัดสินใจ และใช้

โปรแกรม MySQL ในการสร้างฐานข้อมูลหลังจากที่ผู้ตัดสินใจได้ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแล้ว ลำดับต่อไปเป็นการทดสอบแบบจำลองนี้ในเรื่องของการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และการวิเคราะห์ความไว รายละเอียดของการทดสอบเหล่านี้ได้อธิบายไว้ในบทถัดไป

บทที่ 5

การทดสอบแบบจำลอง

5.1 บทนำ

การนำแบบจำลองไปใช้สำหรับงานจริงนั้น จำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อให้ทราบความสามารถในการทำงาน ดังนั้นหลังจากที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองแล้ว จึงได้ทำการทดสอบใน 4 ประเด็น ได้แก่ การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์ความไว และการวิเคราะห์ความถูกต้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2 การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness)

จากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาะสม และพัฒนาให้เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งหลักการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของการคำนวณและส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยใช้ภาษา PHP เขียน โปรแกรมสำหรับการคำนวณ และสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน และข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยใช้โปรแกรม MySQL เป็นพื้นฐานในการสร้างฐานข้อมูลและจัดเก็บข้อมูล เพื่อให้เรียกข้อมูลในอดีตกลับมาดูได้อีกตามต้องการ

การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ทำการทดสอบ โดยใช้วิศวกรผู้มีประสบการณ์ในการคัดเลือกผู้รับเหมาะสมเป็นเวลาหลายปี และได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ใช้งานจริง นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบกับ โปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์ เพื่อหาแนวทางลดความซับซ้อนของขั้นตอนการกรอกข้อมูล การคำนวณ และการแสดงผล ทำให้เชื่อมั่นได้ว่า โปรแกรมนี้มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ในระดับที่ดีขึ้น

5.3 ความน่าเชื่อถือ (Verification)

เนื่องจากภาษา PHP มีคำสั่งในการจัดการกับตัวเลขอยู่หลากหลาย การเลือกคำสั่งมาใช้ในส่วนของการคำนวณจึงต้องทำการทดสอบเพื่อให้เห็นว่าไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เทคนิคที่นำมาใช้ในการทดสอบความน่าเชื่อถือนี้มีอยู่ 2 รูปแบบ [19] คือ การทดสอบกับแนวความคิดที่มีอยู่ และการทดสอบด้วยการทดลอง

- การทดสอบกับแนวความคิดที่มีอยู่ ทำได้โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองคัดเลือกผู้รับเหมาะสมกับแบบจำลองอื่น ซึ่งผลลัพธ์นี้เป็นผลจากการแก้ปัญหาเดียวกัน (ทดสอบกับกรณีตัวอย่างเดียวกัน) อย่างไรก็ตาม แบบจำลองสำหรับการคัดเลือก

ผู้รับเหมาช่วงที่มีอยู่ ส่วนใหญ่มีความแตกต่างกัน (เช่น สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ และปัจจัย) จึงเป็นการยากที่จะหาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่มีอยู่มาเปรียบเทียบ ดังนั้น การทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรมในงานวิจัยนี้ จึงไม่เลือกใช้เทคนิคการทดสอบด้วยแนวความคิดที่มีอยู่มาใช้ในการทดสอบ

- การทดสอบด้วยการทดลอง เทคนิคนี้สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงนี้กับผลลัพธ์ที่คำนวณได้ด้วยมือ ซึ่งทำได้ง่ายและเป็นวิธีการที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพื่อแสดงถึงความสามารถในการทำงานที่แม่นยำของแบบจำลอง ดังนั้น จึงเลือกเทคนิคนี้สำหรับทดสอบในงานวิจัยนี้ โดยแสดงผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณจากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงนี้กับผลการคำนวณด้วยมือ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนจากโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยมือ

บริษัทผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณจากโปรแกรม (คะแนนเต็ม 100)	ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณด้วยมือ (คะแนนเต็ม 100)
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายชื่อที่ 3	89.44	89.44
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายชื่อที่ 2	66.72	66.72
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายชื่อที่ 1	58.88	58.88

จากผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณจากโปรแกรมมีค่าเท่ากับค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณด้วยมือ ดังนั้นผู้ใช้โปรแกรมสามารถมั่นใจในความแม่นยำของโปรแกรมนี้ได้

5.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว หมายถึง การวิเคราะห์ว่าถ้าค่านำหนักปัจจัยหรือค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ค่านำหนักของปัจจัยและค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยอื่นยังคงที่แล้ว ค่าอรรถประโยชน์รวมจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพียงเล็กน้อยทำให้ผลลัพธ์เปลี่ยนแปลงไป แสดงว่าโปรแกรมมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมาก งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบหาความไวของโปรแกรมนี้ โดยการเปลี่ยนแปลงค่านำหนักความสำคัญ

ของปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์จาก -20% ถึง +20% ซึ่งแสดงผลลัพธ์ที่ได้หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวไว้ในตารางที่ 5.2 และ ตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนัก
ความสำคัญของแต่ละปัจจัย $\pm 20\%$

ปัจจัย	% การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน หลังจาก เปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย $\pm 20\%$	
	น้อยที่สุด	มากที่สุด
ธุรการ/การเงิน	-0.2	+0.2
การติดตั้ง	-0.1	+0.1
วิศวกรรม	-0.4	+0.4
การตลาด/ประชาสัมพันธ์	-0.5	+0.5
ราคา	-1.7	+2.1

จากตารางที่ 5.2 ปัจจัยที่แสดงความไวมากที่สุดเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญ คือ ราคา (เปลี่ยนแปลง -1.7% ถึง +2.1%) จึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณามากที่สุด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนดังกล่าว ไม่ส่งผลต่อการจัดลำดับผู้รับเหมาช่วงของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

ตารางที่ 5.3 การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า
อรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย $\pm 20\%$

ปัจจัย	% การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน หลังจาก เปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย $\pm 20\%$	
	น้อยที่สุด	มากที่สุด
ธุรการ/การเงิน	-8.5	+3.1
การติดตั้ง	-3.1	+2.9
วิศวกรรม	-4.6	+4.6
การตลาด/ประชาสัมพันธ์	-1.0	+1.0
ราคา	-13.3	13.3

จากตารางที่ 5.3 ปัจจัยที่แสดงความไวมากที่สุดเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอัตราประโยชน์ คือ ราคา (เปลี่ยนแปลง -13.3% ถึง +13.3%) เรียงลำดับความไวของปัจจัยในลำดับถัดมาได้ดังนี้ ปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน ปัจจัยด้านวิศวกรรม ปัจจัยด้านการติดตั้ง และลำดับสุดท้ายคือปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนดังกล่าว ไม่ส่งผลต่อการจัดลำดับผู้รับเหมาช่วงของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

5.5 การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม ได้ทำการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงนี้มีคุณสมบัติเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ มีความสามารถในการรวมความเสียหายที่เกิดจากความไม่แน่นอน สามารถรวมความพึงพอใจจากผู้ตัดสินใจหลายคน และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมให้ผลที่ถูกต้องตรงกันกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงจริง

ตาราง 5.4 เป็นการแสดงผลเปรียบเทียบการจัดอันดับผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงจาก โปรแกรม กับผลลัพธ์จากงานจริง เพื่อให้เห็นความถูกต้องของโปรแกรมอย่างชัดเจน โดยโครงการนี้มีผู้รับเหมาช่วงเข้าร่วมเสนอราคาจำนวน 4 ราย และมีผู้ตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงสำหรับโครงการนี้จำนวน 2 คน การจัดอันดับโดยโปรแกรมเป็นดังนี้ (1) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3 (2) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 2 (3) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 1 ส่วนผู้รับเหมาช่วงรายที่ 4 ไม่ผ่านการคัดเลือกในรอบแรก จึงไม่นำมาแสดงผลในรอบที่สอง และการจัดอันดับโดยสถานการณ์จริงเป็นดังนี้ (1) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3 (2) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 2 (3) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 1 (4) ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 4 จะเห็นได้ว่าการจัดอันดับผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงจากทั้ง โปรแกรมและจากสถานการณ์จริงไม่มีความแตกต่างกัน และผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3 ยังเป็นผู้ที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับโครงการนี้ในสถานการณ์จริง ซึ่ง โปรแกรมได้เสนอให้ผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3 เป็นผู้ได้รับการคัดเลือกเช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถเชื่อมั่นความถูกต้องของ โปรแกรมได้

ตารางที่ 5.4 การเรียงลำดับการคัดเลือกและผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

บริษัทผู้รับเหมาช่วง	ลำดับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง จากสถานการณ์จริง	ลำดับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง จาก โปรแกรม
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3	1	1
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายที่ 2	2	2
บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายที่ 1	3	3
บริษัทผู้รับเหมาช่วง ที่ได้รับการคัดเลือก	บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3	บริษัทผู้รับเหมาช่วงรายที่ 3

5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง

การทดสอบโปรแกรมสำหรับแบบจำลองในประเด็นของความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) โดยทำการปรับปรุงเว็บเพจรวมทั้งขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ตามคำแนะนำของผู้มีประสบการณ์ในการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงจากสถานการณ์จริงและโปรแกรมเมอร์ที่มีความเชี่ยวชาญ ทำให้โปรแกรมมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้มากขึ้นและสอดคล้องกับความต้องการ สำหรับการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Verification) โดยเปรียบเทียบค่าอัตราประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหรือผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ พบว่ามีค่าเท่ากันทุกกรณี แสดงให้เห็นว่าส่วนของการคำนวณในโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ สำหรับผลการทดสอบการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักปัจจัย และค่าอัตราประโยชน์ของแต่ละปัจจัยในช่วง -20% ถึง +20% ไม่ทำให้ผลลัพธ์สุดท้ายหรือการจัดอันดับค่าอัตราประโยชน์รวมของผู้รับเหมาช่วงเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่าปัจจัยด้านราคาเป็นปัจจัยที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และสำหรับการทดสอบความถูกต้อง (Validation) โปรแกรมได้ทำการจัดอันดับผู้รับเหมาช่วงตรงกับลำดับการคัดเลือกในสถานการณ์จริงทุกกรณี

จากการทดสอบดังกล่าวทำให้สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองได้ทำการรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ มีความสามารถในการรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนขณะทำการประเมิน และแบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานอยู่บนระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้แสดงผลโดยทำการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่ดีที่สุด และจัดอันดับผู้รับเหมาช่วงตามค่าอัตราประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่ได้รับจากค่าที่มากที่สุด ไปหาค่าที่น้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ตัดสินใจในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงต่อไป

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในปัจจุบันการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วงเป็นไปอย่างแพร่หลาย แต่การทำงานของผู้รับเหมาช่วงอาจก่อให้เกิดปัญหา เช่น งานคุณภาพต่ำ งานล่าช้ากว่าแผน หรือความปลอดภัยในการก่อสร้างไม่เพียงพอ ดังนั้นก่อนที่จะมีการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วง ผู้รับเหมาหลักจะทำการประเมินผู้รับเหมาช่วงเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่เข้าร่วมงานด้วย โดยในการคัดเลือกนี้ผู้รับเหมาหลักบางรายอาจจะใช้ดุลพินิจส่วนบุคคลร่วมกับประสบการณ์เป็นเกณฑ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการตัดสินใจที่อาจจะเกิดความลำเอียง แต่ผู้รับเหมาบางรายอาจจะใช้แบบจำลองในการคัดเลือก อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดบางประการ กล่าวคือ แบบจำลองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน บางแบบจำลองไม่สามารถประเมินผู้รับเหมาช่วงโดยผู้ตัดสินใจหลายคน และบางแบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงพัฒนาแบบจำลองบนเว็บที่มีความสามารถในการ (1) รวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน (2) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคน และ (3) ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยพัฒนาโปรแกรมสำหรับแบบจำลองเพื่อให้ใช้งานผ่านเว็บได้

ในการพัฒนาแบบจำลองนี้จึงได้รวมความสามารถดังกล่าวไว้ทั้งหมด โดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ และทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน ซึ่งกระบวนการของแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในส่วนของกระบวนการประเมิน และ 4 กระบวนการในส่วนของการทำงานของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองนี้จะถูกพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้กลุ่มผู้ตัดสินใจสามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้พร้อมกัน โดยใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาโปรแกรมในส่วนของคำถามรวมถึงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานหรือผู้ตัดสินใจ และใช้โปรแกรม MySQL ในการสร้างฐานข้อมูล หลังจากที่ผู้ตัดสินใจได้ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถจัดอันดับผู้รับเหมาช่วงและคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงสำหรับงานอาคารที่สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุดได้ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาและกระบวนการในการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงลง

ลำดับต่อไปเป็นการสรุปรายละเอียดของการศึกษาวิจัยและพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพื้นฐานของทฤษฎีที่นำมาใช้ ตลอดจนขั้นตอนและกระบวนการในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง รวมไปถึงการทดสอบความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง ดังนี้

6.1.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของกระบวนการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง รวมถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถผู้รับเหมาช่วง จากวารสารต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ และตำราต่างประเทศ โดยศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง เพื่อนำมาวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลอง แล้วนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาให้แบบจำลองมีความสามารถในการลดข้อจำกัดต่าง ๆ เหล่านั้นได้ ซึ่งจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบจำลองส่วนใหญ่มีข้อจำกัดร่วมกันอยู่บางประการ ได้แก่ แบบจำลองส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน บางแบบจำลองไม่สามารถประเมินผู้รับเหมาช่วงโดยผู้ตัดสินใจหลายคน และบางแบบจำลองไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงพัฒนาแบบจำลองบนเว็บที่มีความสามารถในการรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคน ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถใช้งานได้ผ่านเว็บ

หลังจากทราบข้อจำกัดของแบบจำลองที่มีอยู่แล้ว จึงได้พัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถในการลดข้อจำกัดที่มีอยู่ โดยพื้นฐานของทฤษฎีหลักที่นำมาใช้ คือ ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน

6.1.2 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง โดยใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในรูปแบบของ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก มาช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องของความเสี่ยงและความไม่แน่นอนสำหรับกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัย ในส่วนของการตัดสินใจคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง มักทำโดยกลุ่มบุคคลหรือคณะกรรมการที่ถูกแต่งตั้งมา ทั้งนี้น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคนและอาจมีค่าไม่เท่ากันสำหรับแต่ละโครงการ จึงได้นำเอาทฤษฎีฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน มาช่วยในการรวมค่าอรรถประโยชน์จากกลุ่มผู้ตัดสินใจซึ่งมีความเห็นแตกต่างกันได้

6.1.2.1 ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการวัดความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจในการกำหนดคุณค่าของปัจจัย โดยเป็นตัวกลางเพื่อประเมินหรือให้ค่าความสำคัญสำหรับกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยนั้น ซึ่งสามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ ทำให้สามารถทราบถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัย ฟังก์ชันอรรถประโยชน์จะทำการแปลงค่าของปัจจัยไปเป็นค่าอรรถประโยชน์ โดยผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงสุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งการใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์นี้สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจไว้ 2 ประเภท คือ ความพึงพอใจที่

เกี่ยวกับความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ที่ตามมาสำหรับปัจจัยนั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อระดับค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยนั้น และความพึงพอใจของการเลือกปัจจัยแต่ละตัว ซึ่งแสดงให้เห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น การสร้างความสัมพันธ์เพื่อสร้างเส้นโค้งค่าอรรถประโยชน์และนำมาใช้งานเพียงค่าเดียว เป็นวิธีการที่ยุ่ยากและใช้เวลานานหากมีหลายปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณา จึงมีการพัฒนารูปแบบพิเศษของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ขึ้นมา โดยรูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย (Multi-attribute utility function) ซึ่งฟังก์ชันอรรถประโยชน์ก็มีหลายรูปแบบเช่นกัน แต่รูปแบบที่นิยมใช้มาก คือ การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted additive) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบนี้เพื่อการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง การประเมินหรือคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง ส่วนมากจะทำโดยกลุ่มบุคคลหรือคณะกรรมการผู้ได้รับมอบหมาย ให้เป็นตัวแทนเพื่อทำการพิจารณาคัดเลือก ซึ่งส่งผลให้ผู้ประเมินแต่ละคนอาจให้น้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน รวมถึงใช้ปัจจัยในการประเมินที่แตกต่างกัน ทำให้อาจเกิดการถกเถียงกันได้ว่า ควรใช้น้ำหนักความสำคัญที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัจจัยเป็นเท่าใด หรือควรใช้ปัจจัยใดบ้างในการประเมิน ซึ่งปัญหาดังกล่าวถือได้ว่าเป็นข้อจำกัดในการประเมิน โดยใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถรวมการตัดสินใจของผู้ประเมินหลายคนได้ เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้นำฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน (Social welfare function) มาใช้ในการรวบรวมผลการประเมินจากผู้ประเมินทุกคนเพื่อหาผลสรุปในการประเมินได้

ดังนั้นแบบจำลองสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงในงานวิจัยนี้ จึงได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟังก์ชันอรรถประโยชน์และฟังก์ชันสำหรับกลุ่มคน เพื่อให้แบบจำลองสามารถรวมความเล็งและความพึงพอใจจากผู้ตัดสินใจหลายคนในการประเมินได้

6.1.2.2 กระบวนการของแบบจำลองและโปรแกรมสำหรับคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

กระบวนการของแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในส่วนของ การประเมิน (ขั้นตอนที่ 1: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วง, ขั้นตอนที่ 2: การประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา) และ 4 กระบวนการในส่วนของการทำงานของแบบจำลอง ได้แก่ (1) กระบวนการเลือกปัจจัย (2) กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วง (3) กระบวนการสมมูลปัจจัยและให้คะแนนปัจจัยสำหรับพิจารณาความสามารถของผู้รับเหมาช่วงร่วมกับปัจจัยด้านราคา (4) กระบวนการสมมูลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ

ปัจจัยที่ใช้สำหรับการประเมินผู้รับเหมาช่วงสำหรับงานวิจัยนี้ มาจากการทบทวนวรรณกรรมของ กรันท์ เอ็ธธรรณาวาร [7] ซึ่งได้พัฒนาปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยงานวิจัยนี้ได้นำปัจจัยและค่าน้ำหนักปัจจัยแนะนำ มาใช้ในแบบจำลองสำหรับการประเมินผู้รับเหมาช่วง ดังรายละเอียดในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำ

ปัจจัย	น้ำหนักความสำคัญ (%)
ปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน	32%
ปัจจัยด้านการติดตั้ง	28%
ปัจจัยด้านวิศวกรรม	28%
ปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ์	12%

แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้กลุ่มผู้ตัดสินใจสามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้พร้อมกัน โดยใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาโปรแกรม ในส่วนของการคำนวณรวมถึงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานหรือผู้ตัดสินใจ และใช้โปรแกรม MySQL เป็นพื้นฐานในการสร้างฐานข้อมูล หลังจากที่ผู้ตัดสินใจได้ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงแล้ว สำหรับส่วนของการแสดงผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่า อรรถประโยชน์ของผู้รับเหมาช่วงแต่ละราย แล้วนำมาจัดอันดับจากผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์ มากที่สุด ไปหาผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์น้อยที่สุด ซึ่งในส่วนของการสรุปผลการคัดเลือก โปรแกรมจะเสนอชื่อผู้รับเหมาช่วงที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมจากผู้ตัดสินใจทุกคนมากที่สุด

6.1.3 การทดสอบแบบจำลอง

การทดสอบแบบจำลองได้ทำการทดสอบใน 4 ประเด็น ได้แก่ การทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์ความไว และการวิเคราะห์ความถูกต้อง ซึ่งนำข้อมูลการคัดเลือกผู้รับเหมา ช่วงในสถานการณ์จริงมาทำการทดสอบกับแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองนี้สามารถรวมความพึงพอใจ ของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ มีความสามารถในการรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่ แน่นอนขณะทำการประเมิน และแบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยผ่าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานอยู่บนเว็บ ซึ่งโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้จะทำการคัดเลือกผู้รับเหมา ช่วงที่ตรงกับความต้องการของผู้ตัดสินใจมากที่สุด และจัดอันดับผู้รับเหมาช่วง เพื่อใช้เป็นแนวทางและ ข้อมูลให้ผู้ตัดสินใจได้ทำการพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงที่ดีที่สุด ทำให้ลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการ เลือกผู้รับเหมาช่วงที่ไม่มีคุณภาพ เช่น การละทิ้งงาน งานล่าช้ากว่าแผนที่วางไว้ ปัญหาด้านความ ปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 แนวทางสำหรับการพัฒนางานวิจัยต่อไป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เนื่องจากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้ สามารถบันทึกค่าน้ำหนักปัจจัย ค่าอัตราประโยชน์ สำหรับแต่ละปัจจัยจากผู้ตัดสินใจแต่ละคนและผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงได้อย่างไม่จำกัด ดังนั้นแบบจำลองควรมีความสามารถในการแสดงผลทางสถิติ เช่น ผู้รับเหมาช่วงที่ได้รับการคัดเลือกมากที่สุด ปัจจัยที่ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญในการพิจารณามากที่สุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- การประมุลงานโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้รับเหมาช่วงที่เข้าร่วมการประมุลมักเป็นรายเดิม หรือเคยมีการร่วมงานกันมาก่อน จึงควรพัฒนาให้โปรแกรมสามารถดาวน์โหลดข้อมูลทั่วไป ที่เคยมีการบันทึกไว้แล้วของผู้รับเหมาช่วงรายนั้น ๆ กลับมาใช้สำหรับโครงการต่อไปได้ โดยที่ไม่ต้องกรอกข้อมูลเดิมซ้ำอีก เพื่อเป็นการประหยัดเวลาสำหรับกรอกข้อมูล
- ควรมีการพัฒนาแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลที่สอดคล้องกับปัจจัยที่แนะนำ โดยแบบจำลอง
- ควรมีการปรับปรุงตัวแบบจำลองในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราประโยชน์ให้อยู่ในช่วงที่ไม่ต่ำและสูงเกินไป เช่น ไม่เกิน -20% ถึง +20% ของค่าเริ่มต้น

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ควรส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้รับเหมาช่วงระหว่างผู้รับเหมาหลักด้วยกันเอง เพื่อให้มีการนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น และสามารถเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการแข่งขันและพัฒนาคุณภาพในกลุ่มของผู้รับเหมาช่วง อันจะนำไปสู่คุณภาพของงานที่ดีขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรีญา สุภศรี. Strategy for Construction Cost Analysis. กรุงเทพฯ: ส. เอเชียเพรส, 2545.
- [2] Albino, V. and Garavelli, A. C. "A neural network application to subcontractor rating in construction firms." International Journal of Project Management. 1: 9-14, 1997.
- [3] Pongpeng, J. "A survey of concepts and models related to contractor selection: A direction of model development." การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9. Page cem-12 – cem-17. เพชรบุรี: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2547.
- [4] Lee, J. W. and Kim, S. H. "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection." Computer & Operation Research. 27: 367-382, 2000.
- [5] Rapcsák, T., Sagi, A., Toth, T. and Ketszeri "Evaluation of tenders in information technology." Decision Support Systems. 30: 1-10, 2000.
- [6] Pongpeng, J. and Liston, J. "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.
- [7] วัฒน์ เอื้อธรรมถาวร, ปัจจัยที่ใช้ประเมินความสามารถของผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร, วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [8] Pongpeng, J. and Liston, J. "TenSeM; A Multicriteria and Multidecision-makers model in tender Evaluation." Construction Management and Economics. Vol.21: 21-30, 2003.
- [9] Saaty, T. L. Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. 2nd Edition. Pittsburgh: RWS Publications, 2001.
- [10] Saaty, T. L. "Fundamental of the analytic network process." ISAHP 1999; 1-14.
- [11] ดวงทอง เวศนารัตน์ และ ชูเวช ชาญสง่าเวช, "การวิเคราะห์โครงสร้างการตัดสินใจการซื้อรถยนต์นั่งขนาดกลางโดยใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์", การประชุมวิชาการด้านการวิจัย คำนิพนธ์งาน 2547: 35-42.
- [12] Zeleny, M. Linear multiobjective programming. New York: Springer Verlag, 1974.
- [13] Zeleny, M. Multiple criteria decision making. New York: McGraw-Hill, 1982.
- [14] Saaty, T. L. and Takizawa, M. "Dependence and independence: from linear hierarchies to nonlinear networks." European Journal of Operation Research. 1986; 26:229-37.

- [15] Saaty, T. L. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [16] Saaty, T. L. The analytic network process. RWS Publications, Expert Choice, Inc. 1996.
- [17] Pongpeng, J. "A Computer Software Tool for Tender Evaluation." International Symposium on Globalization and Construction. CIB-SCE AIT, 2004.
- [18] Diekmann, J. E. "Cost-Plus contractor selection: A case study." Journal of technical councils. ASCE, Vol.107 (TC1), Page 13-25, 1981.
- [19] ภัคพงษ์ เหลืองบงกช, แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549.
- [20] ชีวะวัฒน์ ปิ่นมีรส, แบบจำลองสำหรับประเมินผู้ออกแบบงานอาคาร: มุมมองของผู้รับเหมา, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [21] Saratakit, M. and Pongpeng, J. "A web application for evaluating building-work subcontractors." (CD-ROM: RSID6-CEM05) The 6th Regional of Symposium on Infrastructure Development. Bangkok.
- [22] Olson, P. "PHP Manual." [Online]. Available : <http://th2.php.net/manual/en/index.php>. 2009
- [23] ThaiCERT. "MySQL Server." [Online]. Available : http://www.thaicert.nectec.or.th/paper/unix_linux/mysql.php. 2009

ภาคผนวก ก.

แบบฟอร์มกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลองสำหรับประเมินผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร

แบบกรอกข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลองการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

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

I. ข้อมูลสำคัญของโครงการ

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

8. ผู้ที่มีอำนาจพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง
 - 8.1 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 1.....
 - 8.2 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 2.....
 - 8.3 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 3.....
 - 8.4 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 4.....
 - 8.5 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 5.....
 - 8.6 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 6.....
 - 8.7 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 7.....
 - 8.8 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 8.....
 - 8.9 ผู้ที่มีอำนาจคนที่ 9.....

9 ผู้รับเหมาช่วงที่เสนอราคา

- 9.1 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1.....
- 9.2 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2.....
- 9.3 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3.....
- 9.4 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 4.....
- 9.5 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 5.....
- 9.6 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 6.....
- 9.7 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 7.....
- 9.8 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 8.....
- 9.9 ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 9.....

10 ผลการคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

10.1 ผู้ชนะการประมูลคือ.....

10.2 ลำดับที่เกี่ยวกับการคัดเลือก ดังนี้

ลำดับที่	ผู้รับเหมาช่วง
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

II. การวิเคราะห์ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง

สำหรับผู้ที่มิอำนาจตัดสินใจคนที่.....

1. กรุณาใส่น้ำหนักให้กับปัจจัยในตารางข้างล่างนี้

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	น้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ, %	น้ำหนักของปัจจัยที่ท่านคิดว่าเหมาะสม, %
1	ปัจจัยด้านธุรการ/ การเงิน	32	
2	ปัจจัยด้านการติดตั้ง	28	
3	ปัจจัยด้านวิศวกรรม	28	
4	ปัจจัยด้านการตลาด / ประชาสัมพันธ์	12	

หมายเหตุ: ถ้าท่านต้องการคำอธิบายความหมายของแต่ละปัจจัยเพิ่มเติม กรุณาคุยที่ คู่มือการวิเคราะห์

2. กรุณาใส่คำอธิบายประโยชน์ให้กับปัจจัย สำหรับผู้รับหมาช่วงแต่ละคน ในตารางข้างล่างนี้

คำอธิบายประโยชน์ หมายถึง คำความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อปัจจัยของผู้รับหมาช่วง ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเลือกผู้รับหมาช่วงรายนั้นๆ คำอธิบายประโยชน์กำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย
1 หมายถึง ความพึงพอใจของงานที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมาก
10 หมายถึง ความพึงพอใจของงานที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมาก

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	คำอธิบายประโยชน์												
		พรม. คนที่ 1	พรม. คนที่ 2	พรม. คนที่ 3	พรม. คนที่ 4	พรม. คนที่ 5	พรม. คนที่ 6	พรม. คนที่ 7	พรม. คนที่ 8	พรม. คนที่ 9				
1	ปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน													
2	ปัจจัยด้านการติดตั้ง													
3	ปัจจัยด้านวิศวกรรม													
4	ปัจจัยด้านการตลาด / ประชาสัมพันธ์													

III. การวิเคราะห์ราคาที่ยื่นประมูล ร่วมกับความสามารถของผู้รับเหมาช่วงจากส่วนที่ II

3. กรุณาใส่น้ำหนักความสำคัญให้กับ (a) ราคาที่ยื่นประมูล และ (b) ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง ในตารางข้างล่างนี้

ลำดับที่	ปัจจัยหลักในการวิเคราะห์	น้ำหนักความสำคัญที่ท่านคิดว่าเหมาะสม, %
1	ราคาของโครงการที่ยื่นประมูล	
2	ความสามารถของผู้รับเหมาช่วง	

4. กรุณาใส่ค่าอรรถประโยชน์ให้กับ ราคาที่ยื่นประมูลของผู้รับเหมาช่วงแต่ละราย ในตารางข้างล่างนี้

<ul style="list-style-type: none"> • ค่าอรรถประโยชน์ หมายถึง ค่าความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อราคาของโครงการที่ยื่นประมูลโดยผู้รับเหมาช่วง ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเลือกผู้รับเหมาช่วงรายนั้นๆ • การใส่ค่าอรรถประโยชน์ ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย <ul style="list-style-type: none"> 1 หมายถึง ความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมากๆ 10 หมายถึง ความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมากๆ
--

ลำดับที่	ผู้รับเหมาช่วง	ราคาที่พรม.เสนอ, บาท	ค่าอรรถประโยชน์ที่แนะนำ	ค่าอรรถประโยชน์ที่ท่านคิดว่าเหมาะสม
1	พรม. คนที่ 1			
2	พรม. คนที่ 2			
3	พรม. คนที่ 3			
4	พรม. คนที่ 4			
5	พรม. คนที่ 5			
6	พรม. คนที่ 6			
7	พรม. คนที่ 7			
8	พรม. คนที่ 8			
9	พรม. คนที่ 9			

ภาคผนวก ข.

คู่มือการวิเคราะห์สำหรับประเมินผู้รับเหมาช่วงงานอาคาร

คู่มือ

การวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วง

ประกอบด้วย

- I. ความหมายของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์
- II. วิธีการหาค่าอัตราประโยชน์

I. ความหมายของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ธุรการ/การเงิน (Administration/ Financial) โดยคู่มือ

- ธุรการ กระบวนการจัดการภายในองค์กร เช่น กฎระเบียบขององค์กร ระบบเอกสารติดต่อภายใน-ภายนอกองค์กร
- การเงิน/บัญชี การจัดทำงบกำไรขาดทุน งบดุล งบกระแสเงินสด กระบวนการเบิกจ่ายเงิน
- จัดซื้อและสัญญา เช่น การวางแผนการจัดซื้อและแหล่งวัสดุ การทำสัญญาจัดซื้อ/จัดจ้าง การควบคุมและการตรวจรับ
- บุคคล การสรรหาบุคคล เช่น การประกาศรับสมัครผ่านสื่อต่างๆ และการสงวนรักษา เช่น การจัดค่าตอบแทนและสวัสดิการที่เหมาะสม

2. การติดตั้ง (Installation) โดยคู่มือ

- การจัดการในหน่วยงาน เช่น แผนรายละเอียดรายสัปดาห์/รายเดือน การสื่อสารแผนงานให้ผู้เกี่ยวข้อง การควบคุมงานย่อยให้เป็นไปตามแผนรายละเอียด ผลของการดำเนินงาน
- การสำรวจปริมาณงาน เช่น การตรวจสอบปริมาณงานที่ดำเนินการในแต่ละช่วงเวลา
- การตรวจสอบคุณภาพ เช่น การจัดระบบตรวจสอบคุณภาพงาน การตรวจสอบการปฏิบัติตามเพื่อความสำเร็จเรียบร้อยของงาน การป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับงานที่ติดตั้งแล้วเสร็จ
- การประสานงาน เช่น การประสานงานกับผู้รับเหมาหลัก การประสานงานกับองค์กรที่เกี่ยวข้องในโครงการ
- การจัดการความปลอดภัยในการทำงาน เช่น นโยบายด้านความปลอดภัย การตรวจสอบการปฏิบัติตามเป็นระยะๆ
- การฝึกอบรม เช่น การจัดฝึกอบรมวิธีการทำงานให้แก่คนงาน การสอนงานจากผู้อำนวยการ/ผู้มีประสบการณ์

3. วิศวกรรม (Engineering) โดยดูที่

- การออกแบบ เช่น รายละเอียดและความถูกต้องของแบบ ความสามารถในการติดตั้งได้ ทั้งด้านเทคนิค เวลาและงบประมาณ
- การประมาณราคา โดยพิจารณา การแยกรายการบัญชีวัสดุ-อุปกรณ์และปริมาณ การจัดหาข้อมูลด้านราคาวัสดุและค่าแรง การคำนวณค่าวัสดุ ค่าแรง ค่าดำเนินการ กำไรและภาษี
- การวางแผนงาน เช่น แผนงานโดยรวม แผนการจัดกำลังคน แผนวัสดุอุปกรณ์ แผนเครื่องจักร แผนงบประมาณและแผนการหมุนเวียนการเงิน เช่น S-Curve
- บริการ/คำปรึกษาด้านเทคนิค โดยพิจารณาความรู้พื้นฐานด้านเทคนิค ความสามารถในการแก้ไขปัญหา การให้บริการในช่วงเวลารับประกันผลงาน

4. การตลาด/ประชาสัมพันธ์ (Marketing / Public relations) โดยดูที่

- การตลาด โดยพิจารณา จำนวนงานที่ผู้รับเหมาช่วงได้รับการว่าจ้างจากผู้รับเหมาหลัก ผลประกอบการขององค์กรผู้รับเหมาช่วง
- การประชาสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่ผ่านมาของผู้รับเหมาช่วงกับผู้รับเหมาหลัก ความสัมพันธ์ที่ผ่านมาของผู้รับเหมาช่วงกับเจ้าของโครงการ ความสัมพันธ์ที่ผ่านมาของผู้รับเหมาช่วงกับผู้รับเหมาช่วง/ผู้จัดจำหน่ายวัสดุรายอื่นที่ร่วมโครงการ

II. วิธีการหาค่าอรรถประโยชน์

1. ความหมายของค่าอรรถประโยชน์

หมายถึง ค่าความพึงพอใจ (ปริมาณอันหนึ่ง) ต่อปัจจัยของผู้รับเหมา ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเลือกผู้รับเหมารายนั้นๆ ค่าอรรถประโยชน์ถูกกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 โดย

- 1 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับต่ำมาก
- 10 หมายถึงความพึงพอใจของท่านที่มีต่อปัจจัยนั้นๆ อยู่ในระดับสูงมาก

2. การวัดค่าอรรถประโยชน์

ทัศนคติของคน โดยทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (1) คนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง, Risk Neutrality, (2) คนที่มีทัศนคติที่ไม่ชอบความเสี่ยง, Risk Aversion และ (3) คนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง, Risk Propensity ดังแสดงในรูปที่ 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

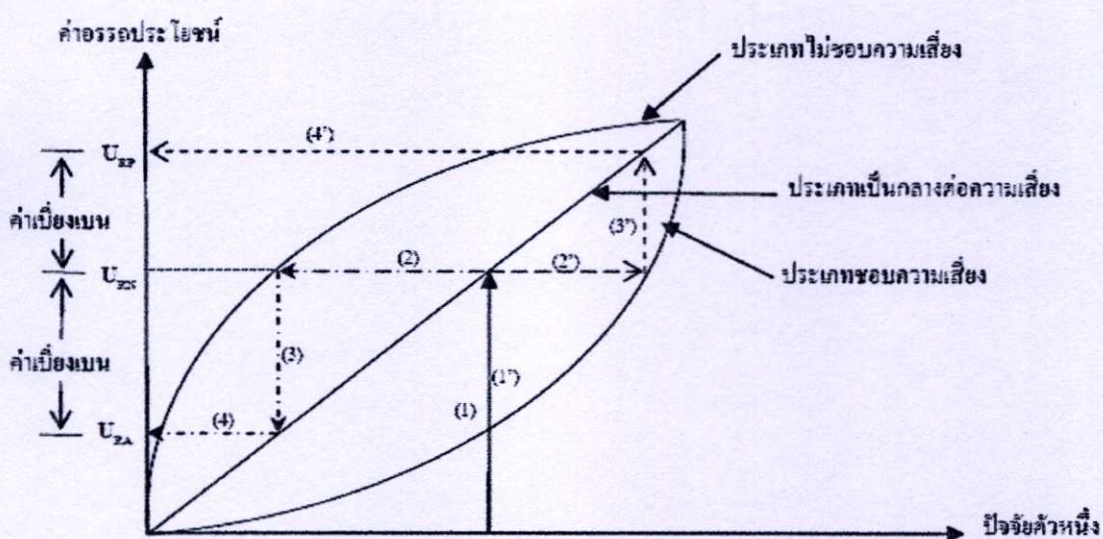
- ไม่ชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่า U_{RN}
- ชอบความเสี่ยง ท่านควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าค่า U_{RN}

เพื่อความง่ายในการให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัย ขอให้ท่านทำตามขั้นตอนดังนี้

- (a) คิดถึงค่าคะแนนของปัจจัยนั้นๆ ที่ผู้รับเหมาที่ท่านกำลังพิจารณาควรจะได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเสี่ยง

- (b) คิดถึงความเสี่ยงของการเลือกผู้รับเหมาที่ท่านกำลังพิจารณา โดยความเสี่ยงนี้มีผลมาจากสภาพเศรษฐกิจ สภาพกดดันทางการเมือง สภาพการแข่งขัน และอื่นๆ
- (c) ให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยอื่นๆ ตามทัศนคติของท่านที่มีต่อความเสี่ยง ดังนี้

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



รูปที่ 1 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์ (แสดงในวงเล็บ)

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ธุรการ/การเงิน	20	16	18	22	24	-4.0	-2.0	2.0	4.0
2	การติดตั้ง	30	24	27	33	36	-6.0	-3.0	3.0	6.0
3	วิศวกรรม	34	27	31	37	41	-6.8	-3.4	3.4	6.8
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	16	13	14	18	19	-3.2	-1.6	1.6	3.2

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านความสามารถต่อปัจจัยด้านราคา)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ราคา	55	44	50	61	66	-11.0	-5.5	5.5	11.0
2	ความสามารถ	45	36	41	50	54	-9.0	-4.5	4.5	9.0

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ธุรการ/การเงิน	25	20	23	28	30	-5.0	-2.5	2.5	5.0
2	การติดตั้ง	30	24	27	33	36	-6.0	-3.0	3.0	6.0
3	วิศวกรรม	32	26	29	35	38	-6.4	-3.2	3.2	6.4
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	13	10	12	14	16	-2.6	-1.3	1.3	2.6

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านราคา)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ราคา	64	51	58	70	77	-12.8	-6.4	6.4	12.8
2	ความสามารถ	36	29	32	40	43	-7.2	-3.6	3.6	7.2

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง							
			-20%		-10%		10%		20%		-20%	-10%	10%	20%
1	บุคลากร/การเงิน	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6	-0.8	0.8	1.6	
2	การติดตั้ง	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4	-0.7	0.7	1.4	
3	วิศวกรรม	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6	-0.8	0.8	1.6	
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8	-0.4	0.4	0.8	

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง							
			-20%		-10%		10%		20%		-20%	-10%	10%	20%
1	บุคลากร/การเงิน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4	-0.7	0.7	1.4	
2	การติดตั้ง	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4	-0.7	0.7	1.4	
3	วิศวกรรม	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6	-0.8	0.8	1.6	
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0	-0.5	0.5	1.0	

ตารางที่ ค.7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	บุคลากร/การเงิน	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	การติดตั้ง	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
3	วิศวกรรม	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ค.8 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	บุคลากร/การเงิน	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	การติดตั้ง	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
3	วิศวกรรม	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ค.9 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ซุรการ/การเงิน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	การติดตั้ง	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	วิศวกรรม	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ค.10 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3 โดยผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ซุรการ/การเงิน	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	การติดตั้ง	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
3	วิศวกรรม	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
4	การตลาด/ประชาสัมพันธ์	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2

ตารางที่ ค.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านราคา)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
2	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
3	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	10	8	9	11	12	-2.0	-1.0	1.0	2.0

ตารางที่ ค.12 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านราคา)

ลำดับ ที่	ปัจจัย	ค่าอรรถประโยชน์ เริ่มต้น	ค่าอรรถประโยชน์หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
2	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
3	ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8

ภาคผนวก ง.

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ง.1 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน $\pm 20\%$

ผู้รับหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 3	89.4	89.6	89.5	89.4	89.3
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 2	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 1	58.9	58.8	58.8	58.9	59.0

ตารางที่ ง.2 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน $\pm 20\%$

ผู้รับหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 3	89.4	0.2	0.1	0.0	-0.1
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 2	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ผู้รับหมาช่วงคนที่ 1	58.9	-0.2	-0.2	0.0	0.2

ตารางที่ ๓.3 การเปลี่ยนแปลงค่าตอบแทนสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านการคิดตั้ง $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	89.3	89.4	89.5	89.5
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9

ตารางที่ ๓.4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านการคิดตั้ง $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	-0.1	0.0	0.1	0.1
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	0.0	0.0	0.0	0.0

ตารางที่ ๖.๕ การเปลี่ยนแปลงค่าตอบแทนสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านวิศวกรรม ± 20%

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	89.2	89.3	89.5	89.6
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	66.4	66.6	66.8	67.0
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	58.7	58.8	59.0	59.1

ตารางที่ ๖.๖ เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงค่าตอบแทนสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านวิศวกรรม ± 20%

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าตอบแทนรวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	-0.4	-0.1	0.1	0.4
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	-0.3	-0.2	0.2	0.3

ตารางที่ ๗.7 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ ± 20%

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	89.6	89.5	89.3	89.3
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	67.0	66.9	66.6	66.4
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	59.2	59.1	58.7	58.6

ตารางที่ ๗.8 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่านำหนักของปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ ± 2%

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงหลังการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	0.2	0.1	-0.1	-0.1
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	0.4	0.3	-0.1	-0.4
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	0.5	0.3	-0.3	-0.5

ตารางที่ ๙.๑ การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านราคา $\pm 20\%$

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	88.7	89.1	89.8	90.0
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	67.0	66.8	66.6	66.5
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	60.2	59.4	58.4	57.9

ตารางที่ ๙.๒ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านราคา $\pm 20\%$

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	-0.8	-0.3	0.4	0.7
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	0.4	0.2	-0.1	-0.3
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	2.1	0.9	-0.9	-1.7

ตารางที่ ง.11 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน $\pm 20\%$

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	88.1	88.5	88.6	90.8
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	65.8	65.8	64.3	67.6
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	57.1	58.0	53.9	60.7

ตารางที่ ง.12 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านธุรการ/การเงิน $\pm 20\%$

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	-1.5	-1.0	-0.9	1.6
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	-1.3	-1.3	-3.6	1.3
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	-3.1	-1.5	-8.5	3.1

ตารางที่ ง.13 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านการติดตั้ง $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	87.0	88.2	90.7	91.9
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	65.5	65.5	67.9	67.9
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	57.1	57.7	60.1	60.6

ตารางที่ ง.14 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านการติดตั้ง $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	-2.7	-1.3	1.5	2.8
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	-1.8	-1.8	1.8	1.8
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	-3.1	-2.0	2.0	2.9

ตารางที่ ง.15 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านวิศวกรรม $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	86.8	88.1	90.8	92.1
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	64.0	65.4	68.1	69.4
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	56.2	57.5	60.2	61.6

ตารางที่ ง.16 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านวิศวกรรม $\pm 20\%$

ผู้รับเหมาช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 3	89.4	-2.9	-1.5	1.6	3.0
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 2	66.7	-4.0	-1.9	2.1	4.0
ผู้รับเหมาช่วงคนที่ 1	58.9	-4.6	-2.4	2.2	4.6

ตารางที่ ง.17 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ ± 20%

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	88.8	88.8	90.0	90.0
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	66.1	66.7	67.1	67.3
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	58.3	58.9	59.1	59.5

ตารางที่ ง.18 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านการตลาด/ประชาสัมพันธ ± 20%

ผู้รับหม่าช่วง	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 3	89.4	-0.7	-0.7	0.7	0.7
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 2	66.7	-0.9	0.0	0.6	0.9
ผู้รับหม่าช่วงคนที่ 1	58.9	-1.0	0.0	0.3	1.0

ตารางที่ ๓.19 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านราคา $\pm 20\%$

ผู้รับหมวด	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหมวดคนที่ 3	89.4	77.5	83.5	95.4	101.3
ผู้รับหมวดคนที่ 2	66.7	60.8	60.8	72.7	72.7
ผู้รับหมวดคนที่ 1	58.9	52.9	56.1	61.6	64.8

ตารางที่ ๓.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยด้านราคา $\pm 20\%$

ผู้รับหมวด	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ค่าเริ่มต้น)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
ผู้รับหมวดคนที่ 3	89.4	-13.3	-6.6	6.7	13.3
ผู้รับหมวดคนที่ 2	66.7	-8.8	-8.8	9.0	9.0
ผู้รับหมวดคนที่ 1	58.9	-10.2	-4.8	4.6	10.0

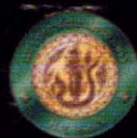
ภาคผนวก จ.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. Saratakit, M. and Pongpeng, J. "A web application for evaluating building-work subcontractors." (CD-ROM: RSID6-CEM05) The 6th Regional of Symposium on Infrastructure Development. Bangkok., Thailand, January 12 -13, 2009.

RSID 6 The Sixth Regional Symposium on Infrastructure Development

Bangkok, Thailand
12-13 January 2009



Kasetsart University
Tokyo Institute of Technology
University of the Philippines - Diliman

A Web Application for Evaluating Building-Work Subcontractors

M. Saratakit

Graduate Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalongkrung Road, Ladkrabang,
Bangkok 10520, Thailand, E-mail: monnipa@gmail.com

J. Pongpeng

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of
Technology Ladkrabang, Chalongkrung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand,
E-mail: kpjakrap@kmitl.ac.th

Abstract

In construction industry, main contractors always engage subcontractors to do specific works. Yet, this engagement may lead to problems such as low quality of work, or insufficient work safety. Hence, before engaging any subcontractors, main contractors will evaluate subcontractors to select them to work in collaboration. In this selection, some contractors use models. However, all the current models still have several limitations. That is, most models do not consider risk arising from uncertainty. Some can not deal with multiple decision-makers. Others are not flexible to changes of situations. To reduce these limitations, the research aim was to develop a web application capable of (1) incorporating risk arising from uncertainty, (2) including preferences of multiple decision-makers, and (3) offering flexibility to changes of situations. In this development, the basic theory behind the model was a combination of a utility function and a social welfare function. The web application was divided into two major steps (step 1: evaluating subcontractor ability and step 2: evaluating tenders) and coded to a web application by PHP. This web application is expected to help main contractors select the *best* subcontractor or rank the subcontractors, resulting in a saving in time and cost of subcontractor evaluation job.

1. Introduction

In most building projects, an important activity of operating contractors' business is evaluating ability of subcontractors in order to select them to do specific works. If contractors select a *low* ability subcontractor to work in collaboration, it may result in various problems such as low quality of work, or insufficient work safety. In this selection, some contractors may use personal judgment together with their experience as the single criterion. Other contractors probably use models for the selection, for example [1-3]. However, these models have several limitations. That is, most models do not consider risk arising from uncertainty. Some can not deal with multiple decision-makers. Others do not have flexibility to changes of situations. In realising these limitations, the aim of this research was to develop a web application capable of (1) incorporating risk arising from uncertainty, (2) including preferences of multiple decision-makers, and (3) offering flexibility to changes of situations via web application.

As a basic for the development of the web application, the subcontractor ability criteria and their weights of relative importance are developed from data in the Thai construction industry. These criteria are "administration/finance," "installation," "engineering," and "marketing/public relations" [4]. When combined, these criteria define *subcontractor ability*. The subcontractor ability is then balanced with *bid price* to select the *best* subcontractor. In recognition of the changes of preference in relation to a particular situation, the web application allows the decision-makers to change the weights or even criteria as required.

As the theoretical framework, the web application has been developed using a combination of a utility function and a social welfare function, which can be described as state-of-the-art [5]. Also, the web application was coded by PHP scripting language with MySQL relational database. Thus, multiple decision-makers can simultaneously access to the data analysis.

2. The theoretical framework

In formulating the web application, both a utility function and social welfare function are combined. A special form of the utility function, a *weighted additive* model is selected because of its simplicity, and can be written in a linear form as follows:

$$U^{SCA} = \sum_{j=1}^n w_j^a U_j \quad \text{for all subcontractors} \quad (1)$$

with constraints such as government regulations on specific criteria, where w_j^a is a normalised weight of a subcontractor ability criterion obtained by solving the equation:

$$w_j^a = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \times 100\% \quad (1.1)$$

where w_j is a weight of a subcontractor ability criterion; U_j is a utility of subcontractor ability criterion; U^{SCA} is an overall utility for a single decision-maker, and n is the number of subcontractor ability criteria. To integrate all utilities of all decision-makers, a social welfare function is used, and can be written as:

$$SW^{SCA} = \sum_{k=1}^q W_k U_k^{SCA} \quad \text{for all subcontractors} \quad (2)$$

where W_k is a positive weight of each decision-maker; U_k^{SCA} is a utility indicating subcontractor ability of the k^{th} decision-maker; SW^{SCA} is a social welfare utility indicating an overall subcontractor ability; and q is the number of decision-makers. The subcontractor ability of each decision-maker will then be balanced with the bid price to select the *best* subcontractor by solving the equation:

$$SW^{SCA \& Bp} = \sum_{k=1}^q (W_k^{SCA} U_k^{SCA} + W_k^{Bp} U_k^{Bp}) \quad \text{for all subcontractors} \quad (3)$$

where W_k^{Bp} is a normalised weight of bid price of the k^{th} decision-maker obtained by solving the equation:

$$W_k^{Bp} = \frac{w_k^{Bp}}{w_k^{Bp} + w_k^{SCA}} \times 100\% \quad (3.1)$$

where w_k^{bp} is an articulated weight for bid price given by the k^{th} decision-maker; w_k^{SCA} is an articulated weight for subcontractor ability given by the k^{th} decision-maker. W_k^{SCA} is a normalised weight of subcontractor ability of the k^{th} decision-maker obtained by solving the equation:

$$W_k^{SCA} = \frac{w_k^{SCA}}{w_k^{bp} + w_k^{SCA}} \times 100 \% \quad (3.2)$$

where U_k^{bp} is a utility of bid price given by the k^{th} decision-maker, $SW^{SCA\&BP}$ is an overall social welfare utility.

Each subcontractor can be ranked according to their social welfare utility, $SW^{SCA\&BP}$.

3. Quantification of utility

Different decision-makers have different utility functions. These differences then show the different degrees of their attitude towards risk. Broadly, three patterns of utility function have been found: risk aversion, risk neutrality and risk propensity [6].

Finding a utility function is time-consuming and fatiguing, if a number of criteria are involved. In addition, the utility function (including the choice of weights) can change over time in relation to a particular situation, which means a lot of effort is spent on finding the utility function but it can be used only once for a particular situation. As such, a utility function has to be developed every time for every situation. These considerations make the utility approach impractical for practitioners. To encourage the practitioners to use the utility idea, the theoretical method of finding a utility function has been modified to be discrete, and can be determined as shown in Figure 1.

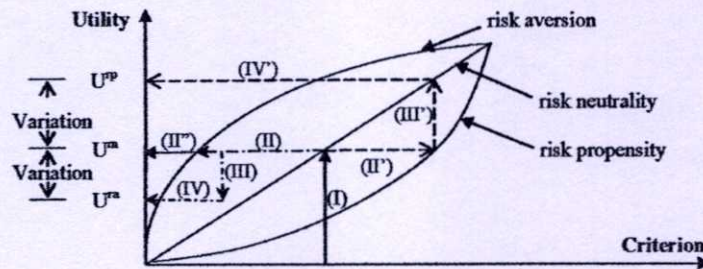


Figure 1: Quantification of utility (adapted from [7])

From Figure 1, the utility of three broad patterns of attitude towards risk can be determined as follows:

- Firstly, risk-neutrality type people will articulate risk-neutrality utility (denoted U^m), using the steps (I)-(II)-(II').
- Secondly, risk-propensity type people will express risk-propensity utility (denoted U^p), using the steps (I)-(II')-(III')-(IV').

- Thirdly, risk-aversion type people will express risk-aversion utility (denoted U^ra), using the steps (I)-(II)-(III)-(IV).

Clearly, the difference of utility between risk-aversion type people and risk-neutrality type people is the variation of utility below U^m ; whilst that between risk-propensity type people and risk-neutrality type people is the variation of utility above U^m . Also, the greater the variation, the higher the degree of attitude towards risk.

Finally, to determine a utility simply, the following steps are suggested:

- Regardless of risk, think of the utility for the criterion.
- Contemplate risk in selecting whether the contractor will meet project requirements.
- Articulate utility for the criterion (U^ra or U^rp or even U^m) based on your attitude towards risk.

4. The web application process

The web application process is divided into 2 steps (step 1: evaluating subcontractor ability and step 2: evaluating tenders) comprising 4 processes: (1) subcontractor ability criteria selection process, (2) subcontractor ability criteria balancing/measuring process, (3) bid price and subcontractor ability balancing/measuring process, (4) decision-maker balancing process as shown in Figure 2.

4.1 Subcontractor ability criteria selection process

In this process, each decision-maker is provided with four criteria (for evaluating subcontractor ability), namely, "administrative/finance", "installation", "engineering", "marketing/public relations" [4]. With these criteria, their weights of relative importance are suggested. However, these weights can be changed as required by decision-makers.

4.2 Subcontractor ability criteria balancing/measuring process

For each decision-maker, the main steps of this process are:

- articulate weight (w_j) for all criteria;
- express utility (U_j) between 1 to 10 (1 indicates extremely low whilst 10 indicated extremely high) for all the criteria for all the subcontractors;
- calculate an overall utility (U^{SCA}) indicating subcontractor ability for a single decision-maker using Eq.1;
- calculate a social welfare utility (SW^{SCA}) indicating overall subcontractor ability for all decision-makers using Eq.2;

4.3 Bid price and subcontractor ability balancing/measuring process

In this section, decision-makers can include bid price to select the *best* subcontractor. The stepwise procedure for each decision-maker is as follows:

- input bid price of all subcontractors;
- articulate weight (w^{bp}) for bid price;
- articulate weight (w^{SCA}) for subcontractor ability;
- express utility (U_k^{bp}) between 1 to 10 (1 indicates extremely high bid price whilst 10 indicates extremely low bid price) for all the contractors;

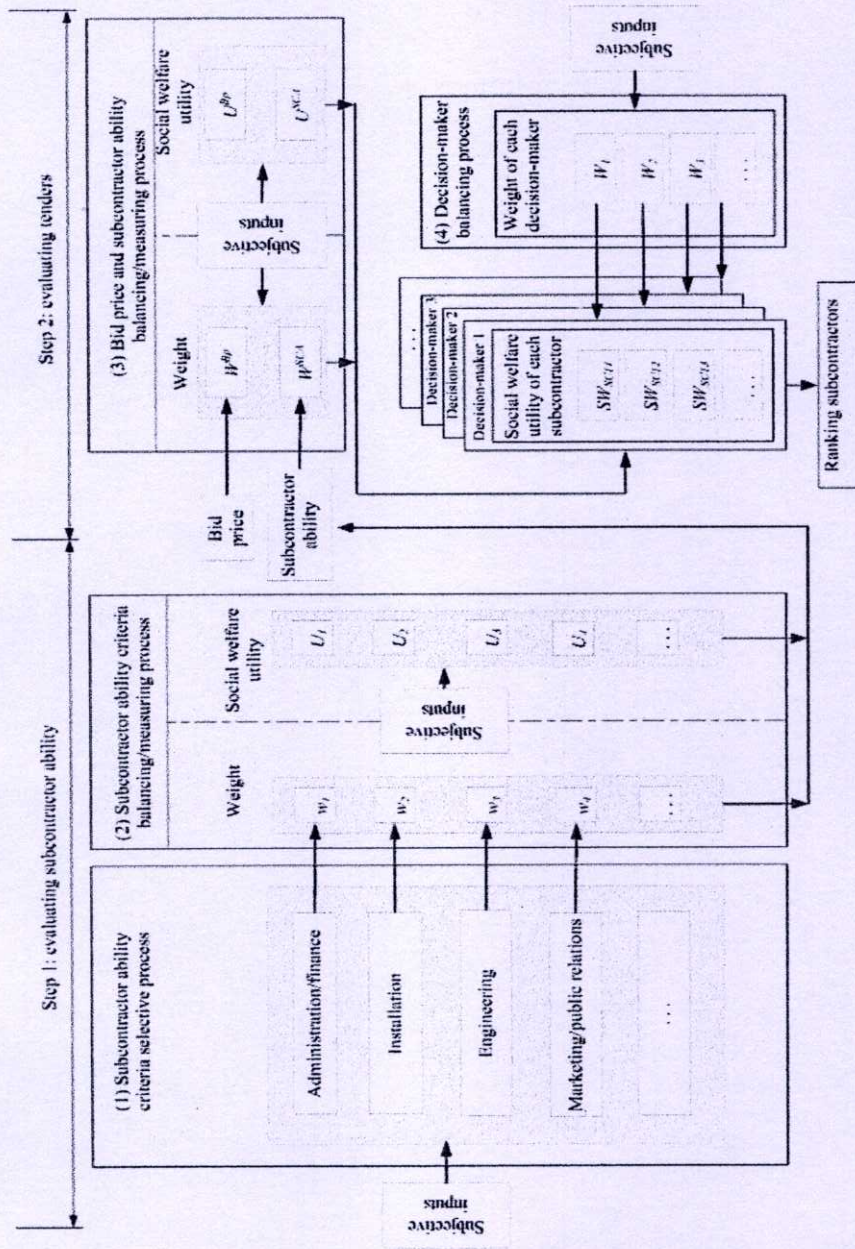


Figure 2: The web application process

4.4 Decision-maker balancing process

Here, weight of relative importance of each decision-maker is required:

- articulate weight (W_k) for each decision-maker;
- calculate an overall social welfare utility ($SW^{SCA&BP}$) using Eq.3;
- rank the subcontractors or select the *best* subcontractor.

5. Conclusions

In realising that all existing models for subcontractor selection have a lack of integration in the joint area of simultaneously putting together preferences of multiple decision-makers, considering risk stemming from uncertainty, and providing flexibility to changes of situations via computer interaction, this research aim was to develop a web application including all the necessary capabilities mentioned. In this development, the basic theory behind this application was a combination of a utility function and a social welfare function. The theoretical technique of finding a utility function was adjusted for uncomplicated measurement of utility in order to suit practitioners. The process of the measurement is explained by the application to help practitioners articulate utility regarding risk, leading to a reduction of utility-elicitation effort.

To reduce strain on decision-makers and to adapt to changes, the application provides the menus driving the tender evaluation process, leading decision-makers to the end of the evaluation. As the application is operating, *subjective inputs* (a statement of preference) are exchanged between the application and decision-makers. For example, in the subcontractor ability criteria selection process, four criteria with their weights are suggested to decision-makers. Then, each decision-maker can change the weights as required. To obtain realistic working model, this application will be tested for user friendliness (by two high-experience practitioners), verification (by comparing the application's results and the results solved manually), sensitivity analysis (by varying $\pm 20\%$ weights and $\pm 20\%$ utilities of criteria), and validity (by comparing the results of the application and those of the real case results) – an ongoing research of the authors. This application is expected to help contractors save time and cost of the subcontractor evaluation job.

6. References

- [1] Albino, V. and Garavelli, A.C., "A neural network application to subcontractor rating in construction firms", *International Journal of Project Management*; Vol. 1, 1997, pp. 9-14.
- [2] Tserng, H. P. and Lin, P. H., "An accelerated subcontracting and procuring model for construction projects", *Automation in Construction*; Vol. 11, 2002, pp. 105-125.
- [3] Kumaraswamy, M. M. and Matthews, I. D., "Improved Subcontractor Selection Employing Partnering Principle", *Journal of management in engineering*; May/June, 2000, pp. 47-57.
- [4] Uathamthaworn, K. and Pongpeng, J., "Criteria for evaluating subcontractor's ability in building work" *Proceedings of the 12th National Convention on Civil Engineering (in Thai)*, Engineering Institute of Thailand, Phitsanulok, Thailand, May 2-4, 2007.
- [5] Pongpeng, J. and Liston, J., "Note: A Multicriteria model's survey: State of the art and some necessary capabilities of future models", *Construction Management and Economics*; Vol.21, 2003, pp. 665-670.
- [6] Gupta, S. K. and Cozzolino, J. M., *Fundamental of operations research for management*. USA, Holden-Day, 1974.
- [7] Pongpeng, J. and Liston, J., "TenSeM; A Multicriteria and Multidecision-makers model in tender

The 6th Regional Symposium on Infrastructure Development

RSID6-CEM5

Evaluation”, *Construction Management and Economics*; Vol.21, 2003, pp. 21-30.

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวมนนิการ์ สารถกิจ
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤษภาคม 2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	101/1137 หมู่ 7 แขวงลำผักชี เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
ประวัติการศึกษา	2546 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ประสบการณ์ทำงาน	2546 – 2547 ตำแหน่งวิศวกร บริษัท เอ็น เอส แอล คอนสตรัคชั่น จำกัด 2547 – ปัจจุบัน ตำแหน่งวิศวกร โครงสร้าง บริษัท วี อินเตอร์เนชันแนล คอนซัลแทนท์ จำกัด