แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา

A MODEL FOR MAKING A DECISION ON CONSTRUCTION-PROJECT SELECTION: A VIEW FROM CONTRACTORS

ภัคพงษ์ เหลืองบงกช

PAKPONG LAUNGBONGKOT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2369-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา

A MODEL FOR MAKING A DECISION ON CONSTRUCTION-PROJECT SELECTION: A VIEW FROM CONTRACTORS

ภัคพงษ์ เหลืองบงกช

PAKPONG LAUNGBONGKOT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 63429
วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2549

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2369-6

A MODEL FOR MAKING A DECISION ON CONSTRUCTION-PROJECT SELECTION: A VIEW FROM CONTRACTORS

PAKPONG LAUNGBONGKOT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2369-6

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา
นักศึกษา	นายภัคพงษ์ เหลืองบงกช
รหัสนักศึกษา	47061303
ปริญญา	วิศวกรรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

บทคัดย่อ

การคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรของอุตสาหกรรมก่อสร้าง ในกระบวนการนี้ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเวลาและค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมาคือ การประเมินโครงการเพื่อตัดสินใจเข้าร่วมประมูลงาน ในขั้นตอนนี้ผู้รับเหมาบางรายอาจจะใช้ดุลพินิจส่วนบุคคลร่วมกับประสบการณ์เป็นเกณฑ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นการตัดสินใจที่อาจจะเกิดความลำเอียง แต่ผู้รับเหมาบางรายอาจจะใช้แบบจำลองในการคัดเลือก อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดบางประการ กล่าวคือทุกแบบจำลองสมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าวงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (2) คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และ (3) ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ การพัฒนาแบบจำลองนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MS Excel ร่วมกับ Visual Basic for Application (VBA) หลังจากนั้นแบบจำลองได้ถูกทดสอบการใช้งานกับผู้ปฏิบัติงานจริงในประเด็นของ ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ความน่าเชื่อถือ ความไว และความถูกต้อง หลังจากพัฒนาแบบจำลองนี้แล้วจะทำให้ได้แบบจำลองที่สามารถชี้ให้เห็นถึงโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุดและสามารถจัดลำดับโครงการก่อสร้างได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้รับเหมาเลือกประมูลงานเฉพาะที่เหมาะสมกับองค์กรของตนเองในช่วงเวลาหนึ่ง ทำให้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมการประมูลงานของผู้รับเหมาลดลง ผลที่ตามต่อมาก็คือ ทรัพยากรของอุตสาหกรรมก่อสร้างถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Thesis Title	A model for making a decision on construction-project selection: a view from contractors
Student	Mr. Pakpong Laungbongkot
Student ID.	47061303
Degree	Master of Engineering
Programme	Construction Engineering and Management
Year	2006
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Jakrapong Pongpeng

ABSTRACT

The selection of construction projects of contractors is a process increasing efficiency of resource usage of construction industry. Within this process, an important step influencing time and cost of contractors is the evaluation of projects in order to make a decision on whether or not to participate in bidding. In this step, some contractors may use personal judgment together with their experience as the sole criterion, which perhaps reflect a biased decision. Other contractors probably use models for the selection. However, all the current models have several limitations. Some assume only one decision-maker involved, others do not include risk and uncertainty into the analysis. Still others are not flexible to changes of situations. To reduce the limitations, the research aim was to develop a realistic working model capable of (1) incorporating preferences of multiple decision-makers via *subjective inputs*, (2) considering risk arising from uncertainty, and (3) being flexible to changes of circumstance. The development of the model uses MS Excel and Visual Basic for Application (VBA). Then, the model was tested with practitioners for user friendliness, verification, sensitivity analysis and validation. After this model development, the model can identify the *best* construction project and can rank construction projects. This helps contractors select construction projects suitable to bid for their organisations at a period of time; hence, time and cost of bidding preparation is likely to decrease. As a consequence, resources of construction industry will be used more efficiently.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณา และความอนุเคราะห์ของท่านอาจารย์จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง อาจารย์ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นี้ โดยตลอดเวลาท่านได้ให้ความช่วยเหลือ ให้การสั่งสอน และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงพื้นฐานทางด้านภาษาและการนำเสนอผลงาน ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ซึ่งถือเป็นสิ่งมีค่าที่ข้าพเจ้าได้รับตลอดเวลาที่ทำงานวิจัยนี้ ข้าพเจ้าจึงขอกล่าวคำขอบคุณและขอแสดงความนับถือแด่ อาจารย์จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. แดง เหรียญสุวรรณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งได้แก่ อาจารย์สมชาย สำลีรางค์กูล ผศ.ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์ และอาจารย์วิบูลย์ วุฒิญาณ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อคิดเห็น และคำชี้แนะ ซึ่งช่วยให้สามารถปรับปรุงงานวิจัยนี้ให้มีความเหมาะสมและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ขอขอบพระคุณบรรดาคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ทางวิชาการและความรู้ทั่วไป จนสามารถนำความรู้เหล่านี้มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์และในที่สุดทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ สำหรับความร่วมมือ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ของผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการประมูลโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้มาให้ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบแบบจำลองในงานวิจัยนี้ และขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาและสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่มอบความรัก ความห่วงใยและให้การสนับสนุนอย่างดีเสมอมา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ภัคพงษ์ เหลืองบงกช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ปัญหาของงานวิจัย 2

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.4 สมมติฐานของการศึกษา 3

1.5 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.6 ขอบเขตการวิจัย 4

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา 4

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 6

2.1 บทนำ 6

2.2 กระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 6

2.3 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือก 9

2.4 บทวิเคราะห์ 23

บทที่ 3 กรอบทฤษฎี 25

3.1 บทนำ 25

3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ 25

3.3 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน 32

3.4 อภิปราย 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง.....37

4.1 บทนำ 37

4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง.....37

4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 44

4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 47

4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง 53

4.6 สรุปการออกแบบและสร้างแบบจำลอง 65

บทที่ 5 การทดสอบแบบจำลอง 67

5.1 บทนำ 67

5.2 ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ 67

5.3 ความน่าเชื่อถือ 68

5.4 การวิเคราะห์ความไว 70

5.5 ความถูกต้อง 72

5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง 73

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....75

6.1 สรุปผลการวิจัย 75

6.2 ข้อเสนอแนะ 79

เอกสารอ้างอิง.....82

ภาคผนวก ก. ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....85

ภาคผนวก ข. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง.....98

ประวัติผู้เขียน 119

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 การเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญโดยผู้ตัดสินใจ 2 คน 42

4.2 ค่าอรรถประโยชน์ที่ให้โดยผู้ตัดสินใจ 2 คน.....43

4.3 อรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสำหรับผู้ตัดสินใจ 2 คน 43

4.4 การสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ 2 คน 44

5.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคน.....69
จากโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยมือ

5.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน.....70
หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ±20%

5.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน.....71
หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย ±20%

5.4 ผลลัพธ์ของการจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลที่ได้จากโปรแกรม.....72
และผลลัพธ์ของการเลือกยื่นประมูลโครงการก่อสร้างจริง

ก.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย).....86
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ก.2 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย).....86
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ก.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย).....87
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3

ก.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย).....87
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ก.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย).....88
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ก.6 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 88
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

ก.7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 89
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.8 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 89
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ก.9 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 90
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ก.10 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 90
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ก.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 91
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ก.12 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 91
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ก.13 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 92
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

ก.14 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 92
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

ก.15 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 93
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ก.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 93
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ก.17 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 94
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ก.18 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 94
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ก.19 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 95
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ก.20 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 95
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.21 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 96
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

ก.22 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 96
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ก.23 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 97
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ก.24 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) 97
สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ข.1 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญ.....99
ของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....100
น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.3 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญ.....101
ของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....102
น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.5 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญ.....103
ของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.6 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....104
น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.7 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญ.....105
ของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.8 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....106
น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.9 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญ.....107
ของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.10 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....108
น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.11 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์.....109
ของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.12 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....110
อรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.13 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์.....111
ของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.14 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....112
อรรถประโยชน์ของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.15 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์.....113
ของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.16 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....114
อรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.17 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์.....115
ของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.18 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....116
อรรถประโยชน์ของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.19 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์.....117
ของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

ข.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อ.....118
อรรถประโยชน์ของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา.....7
2.2 ขั้นตอนของโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน..... 11
2.3 วิธีการของแบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล.....15
2.4 วิธีการของแบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น..... 17
2.5 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการ (PPSSM) 21
3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้ 26
3.2 ประเภทของทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยงของแต่ละบุคคลสำหรับฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ...28
4.1 แสดงทัศนคติของคนโดยทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอน 38
4.2 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง 38
4.3 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง 39
4.4 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง 39
4.5 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์ 40
4.6 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 45
4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง 49
4.8 หน้าแรกของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง 54
4.9 การกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับข้อมูลของโครงการก่อสร้าง 55
4.10 การกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับข้อมูลของผู้ตัดสินใจ 56
4.11 เมนูทางเลือกในการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ 57
4.12 เมนูการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ และทำการสมดุลน้ำหนัก 57
4.13 เมนูการเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 58
4.14 เมนูในการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญ 59
4.15 เมนูในการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มปัจจัย 60
4.16 เมนูในการให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง 60
4.17 เมนูแสดงความหมายของปัจจัย 61
4.18 เมนูในการให้ค่าอรรถประโยชน์กับปัจจัยสำหรับแต่ละโครงการ (เลือกกรณี 1 หรือ 2) 62
4.19 เมนูในการให้ค่าอรรถประโยชน์กับปัจจัยสำหรับแต่ละโครงการ (เลือกกรณี 3) 62
4.20 เมนูคู่มือการหาค่าอรรถประโยชน์ 63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.21 ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างจากผู้ตัดสินใจทั้งหมด 64
4.22 ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างแยกตามปัจจัย 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการประมูลงานผู้รับเหมาไม่สามารถที่จะประมูลโครงการทุกโครงการที่เจ้าของเชิญให้เข้าร่วมการประมูลได้ ดังนั้นจึงมีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นกับผู้รับเหมาที่คัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลโครงการที่ไม่เหมาะสมกับองค์กรของตนเอง เช่น กำไรน้อยหรือขาดทุน คุณภาพงานต่ำ ทรัพยากรไม่เพียงพอสำหรับทำโครงการ หรือทำงานไม่เสร็จตามแผน ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัญหาเหล่านี้ท้ายที่สุดจะตกอยู่กับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวได้มีนักวิจัยกลุ่มหนึ่ง (เช่น [1-4]) พยายามพัฒนาปัจจัยสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อตัดสินใจยื่นประมูล นักวิจัยอีกกลุ่มหนึ่งได้พยายามพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ประเมินโครงการเพื่อคัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของโครงการ เช่น โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน (Multiobjective integer linear programming) [5] แบบจำลองแบบผสมผสานสำหรับคัดเลือกโครงการวิจัยและพัฒนา [6] แบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล [7] แบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น [8] โปรแกรมเป้าหมายที่ใช้เพื่อคัดเลือกโครงการ [9] โดยส่วนใหญ่ได้พัฒนาแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยสำหรับคัดเลือกโครงการขึ้นจำนวนมาก บางแบบจำลองจะแก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัย แล้วนำคำตอบที่ได้มาสมดุลกัน (Trade-offs) เพื่อหา*คำตอบที่ดีที่สุด* ในขณะที่บางแบบจำลองจะสร้างปัจจัยขึ้นมาใหม่โดยรวมหลาย ๆ ปัจจัยเข้าด้วยกันแล้วจึงแก้ปัญหาเพื่อหา*คำตอบที่ดีที่สุด* (Pongpeng and Liston [10] พบว่า การแก้ปัญหาของแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยต้องการ*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (Subjective inputs) จากผู้ตัดสินใจ)โดยสิ่งที่พบจากแบบจำลองที่ใช้ประเมินโครงการเพื่อคัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของโครงการ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านี้ คือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์

เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่รวมความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง กล่าวคือ พัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างให้มีความสามารถดังนี้ (1) รวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคน (2) รวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ และ (3) มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ในส่วนของขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองนี้ได้ออกแบบโดยใช้ 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ ขั้นตอนแรก คือ

การประเมินโครงการก่อสร้างของผู้ตัดสินใจแต่ละคน และขั้นตอนที่สองคือ การประเมินโครงการก่อสร้างรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน

การพัฒนาแบบจำลองนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจ กิจกรรมแรกพัฒนาบน Microsoft Excel และกิจกรรมที่สองพัฒนาโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานได้ของแบบจำลองในประเด็นของ ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation)

1.2 ปัญหาของงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่าในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง แบบจำลองส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขาดการพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถที่จำเป็น [11] ดังนี้

- คำนึงถึงความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลาย ๆ คนผ่านตัวนำเข้าทางจิตใจ
- พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน
- ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวนำเข้าทางจิตใจให้เหมาะสมกับสถานการณ์

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาของแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่มีอยู่ ซึ่งข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้น คือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาแบบจำลองที่รวมความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างให้มีความสามารถในการรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคน สามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้การพัฒนาแบบจำลองนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลลัพธ์ของโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด และจัดลำดับโครงการก่อสร้าง เพื่อให้องค์กรของผู้รับเหมาได้ทำการพิจารณาว่าโครงการก่อสร้างใดบ้างที่ควรยื่นประมูล โดยทั้งหมดนี้องค์กรของผู้รับเหมาส่วนใหญ่จะใช้การประชุมระหว่างผู้ตัดสินใจทุกคนประกอบกับการตัดสินใจของผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจในการตัดสินใจในองค์กร

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโครงสร้างของแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยถือว่าปัจจัยทุกตัวเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะช่วยลดความซับซ้อนของแบบจำลอง ทำให้ผู้ใช้แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างเข้าใจและใช้งานแบบจำลองนี้ได้ง่ายขึ้น แต่ต้องยอมรับด้วยว่าความไม่มีอิสระของปัจจัยจะให้ผลการตัดสินใจที่ดีกว่า อย่างที่ Ahmad [7] ได้กล่าวไว้ว่า "ปัญหาในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งมีความซับซ้อนในการแก้ปัญหานั้น การยอมรับความไม่มีอิสระของปัจจัยจะให้ผลการตัดสินใจที่ดีกว่า"

1.5 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาขึ้น โดยอาศัยทฤษฎีและแนวความคิดหลัก ๆ 2 ทฤษฎี ดังนี้

1.5.1 ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (*Theory of a utility function*)

1.5.2 ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (*Theory of a social welfare function*)

ซึ่งการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างจำเป็นจะต้องนำทั้งสองทฤษฎีนี้มาใช้ร่วมกัน โดยมีเหตุผลดังนี้

ในการตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเพื่อยื่นประมูลมักจะอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอน ซึ่งความไม่แน่นอนนี้อาจจะทำให้คัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสมซึ่งนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ เช่น กำไรน้อยเกินไปหรือขาดทุน ทรัพยากรไม่เพียงพอสำหรับทำงาน หรือการละทิ้งงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่นิยมใช้มากที่สุดวิธีหนึ่งเพื่อจัดการกับความไม่แน่นอนนี้ โดยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้จะเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ อีกทั้งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ยังสามารถคำนวณและสามารถแสดงค่าผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลขได้ ทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัย อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมานี้มักจะมีผู้ตัดสินใจหลายคน แต่ว่าฟังก์ชั่น

อรรถประโยชน์มีข้อจำกัดในการคำนึงถึงผู้ตัดสินใจหลายคน เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรวบรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจทุกคนได้ และด้วยเหตุผลดังกล่าวแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้จะใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ร่วมกับฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนมาเป็นพื้นฐานทางทฤษฎีและแนวความคิดในการพัฒนาแบบจำลอง

1.6 ขอบเขตการวิจัย

ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้ได้แนะนำปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยไว้ ซึ่งหากผู้ทำการตัดสินใจต้องการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือน้ำหนักความสำคัญก็สามารถทำได้ หรือหากต้องการเปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญก็ได้เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความต้องการของผู้ทำการตัดสินใจ แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้จะสามารถทำการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างที่ต้องการตัดสินใจคัดเลือกได้เฉพาะการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่เป็นประเภทเดียวกันเท่านั้น ซึ่งหากทำการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่มีประเภทแตกต่างกันมักจะต้องใช้ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่ไม่เหมือนกัน แต่ว่าในการคัดเลือกแต่ละครั้งแบบจำลองนี้จะสามารถเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญได้เพียงชุดเดียวเท่านั้น โดยที่ปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่ถูกเลือกไว้จะถูกใช้สำหรับการคัดเลือกในครั้งนั้นจนจบกระบวนการวิเคราะห์

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

1.7.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการของต่างประเทศ เช่น [5-10]

1.7.2 หาข้อจำกัดของแบบจำลองที่มีอยู่ในปัจจุบันจากการทบทวนวรรณกรรมในข้อ 1.7.1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่สามารถลดข้อจำกัดดังกล่าวของแบบจำลองที่มีอยู่ในปัจจุบันให้น้อยลง

1.7.3 ศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยศึกษาในส่วนที่เป็นทฤษฎี และวิธีการนำไปใช้และวิธีการวัด

1.7.4 พัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่รวมความสามารถที่จำเป็นดังนี้

- พัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถในการรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนโดยอาศัยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (*A social welfare function*) ซึ่งสามารถช่วยให้พิจารณาในกรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนได้

- พัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถในการรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ โดยอาศัยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (*A utility function*) ซึ่งช่วยให้ผู้ทำการตัดสินใจได้พิจารณาถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำการตัดสินใจ
- พัฒนาแบบจำลองให้มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาแบบจำลองนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลได้พัฒนาบน Microsoft Excel และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจได้พัฒนาโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA)

1.7.5 หลังจากพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในขั้นตอนที่ 1.7.4 เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานได้ของแบบจำลองในประเด็นของ ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation)

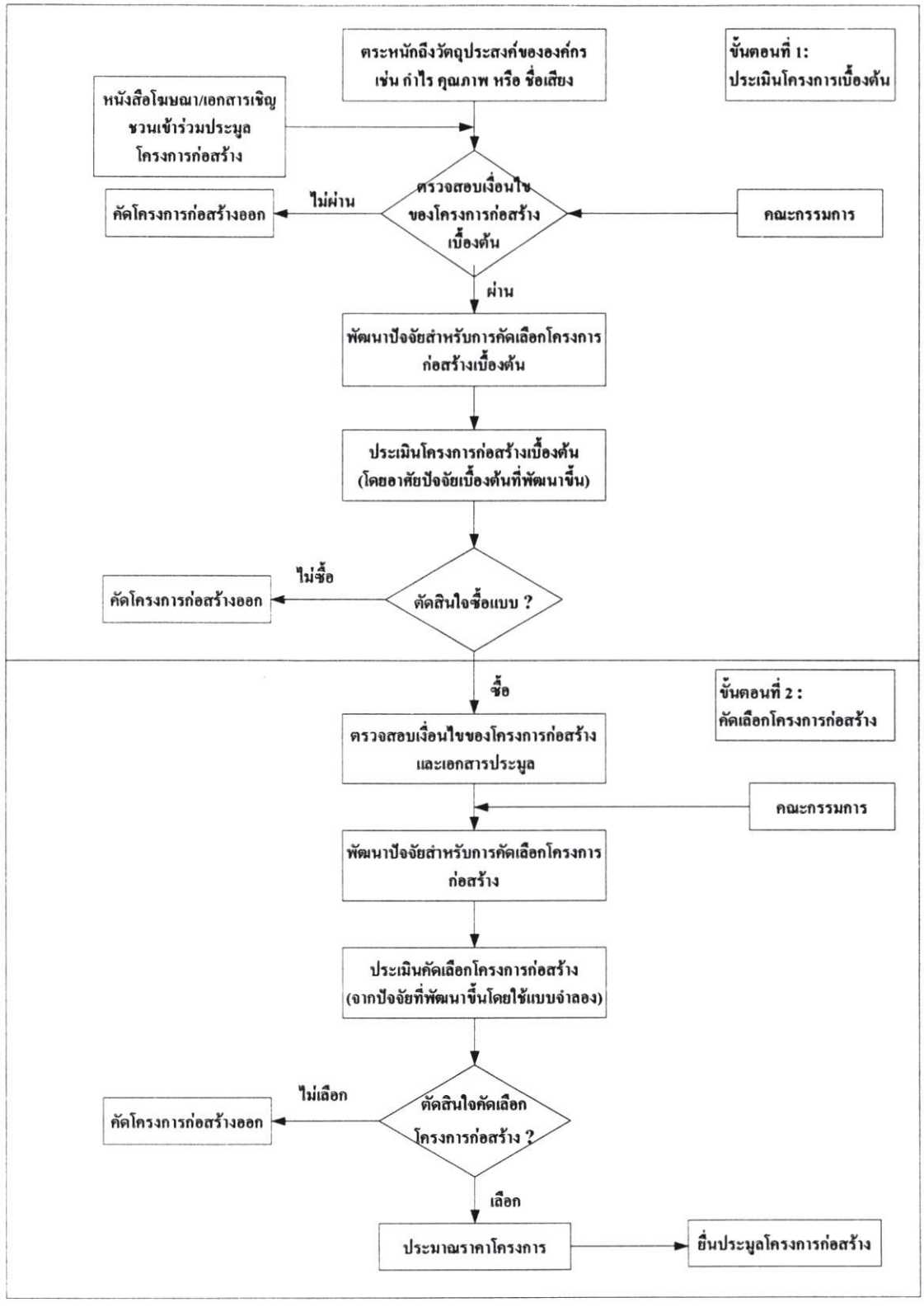
บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวสรุปเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาวารสารต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ และตำราต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับ กระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา และแบบจำลองสำหรับการคัดเลือก โดยการทบทวนวรรณกรรมนี้จะทำการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลอง หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้น เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงแบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) แบบจำลองประเภทที่แก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัยแล้วนำคำตอบที่ได้ทั้งหมดมาสมดุลกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด และ (2) แบบจำลองประเภทที่สร้างปัจจัยขึ้นมาใหม่จากหลาย ๆ ปัจจัยแล้วจึงแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด การแบ่งในลักษณะนี้จะช่วยให้สะดวกในการวิเคราะห์แบบจำลองต่าง ๆ ที่มีอยู่และง่ายต่อการชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.2 กระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

การคัดเลือกโครงการก่อสร้างในองค์กรผู้รับเหมา เป็นบทบาทด้านการตัดสินใจที่สำคัญของผู้บริหารทั้งระดับสูง ระดับกลาง และระดับล่าง ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือและการตัดสินใจร่วมกันในการคัดเลือก การตัดสินใจของผู้บริหารเหล่านี้มักจะกระทำโดยบุคคลเป็นกลุ่มมากกว่าบุคคลเพียงคนเดียว [1] โดยทั่วไปองค์กรผู้รับเหมาจะคัดเลือกโครงการก่อสร้างแล้วดำเนินการโครงการนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งการคัดเลือกโครงการนี้กระทำโดยผู้ทำการตัดสินใจที่ใช้ความรู้ในการอธิบายเหตุผลด้วยการให้คุณค่าแก่โครงการที่เสนอเข้ามาซึ่งจะนำผลประโยชน์หรือความสำเร็จสูงสุดโดยรวมให้เกิดแก่องค์กร [12] โดยมีกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างสองขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1 และมีขั้นตอนของกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ดังนี้



รูปที่ 2.1 กระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา

2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 ประเมินโครงการเบื้องต้น

- ตระหนักถึงวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งถือเป็นเป้าหมายและแนวทางขององค์กร เพื่อให้คิดอยู่เสมอว่าองค์กรมีความต้องการอะไรในขณะนั้นจะได้ยึดถือเป็นเป้าหมายและแนวทางในการตัดสินใจคัดเลือกโครงการที่ได้รับข้อมูลมาจากหนังสือโฆษณาหรือเอกสารเชิญชวนเข้าร่วมประมูลโครงการก่อสร้าง
- ตรวจสอบเงื่อนไขของโครงการก่อสร้างเบื้องต้น ขั้นตอนนี้จะใช้คณะกรรมการเป็นผู้ตัดสินใจโดยอาศัยวัตถุประสงค์ขององค์กรและเงื่อนไขเบื้องต้นของโครงการก่อสร้าง ซึ่งคณะกรรมการอาจจะคัดเลือกโครงการก่อสร้างนั้นออก หากเงื่อนไขของโครงการนั้นไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายขององค์กร หรือถ้าเงื่อนไขของโครงการนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายขององค์กรก็เลือกดำเนินการในการประเมินขั้นตอนถัดไป
- พัฒนาปัจจัยสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเบื้องต้น มีความสำคัญคือ เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ปัจจัยทั่วไปที่พบจากโครงการก่อสร้างที่เคยเข้ามาในกระบวนการคัดเลือกขององค์กรแล้วหรือโครงการก่อสร้างที่เข้ามาใหม่ โดยนำปัจจัยเหล่านั้นมาใช้พิจารณาเบื้องต้นในแต่ละโครงการก่อสร้าง
- ประเมินโครงการก่อสร้างเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง โดยใช้ปัจจัยที่พัฒนาแล้วรวบรวมไว้จากที่กล่าวไว้ข้างต้นในการตัดสินใจ เพื่อพิจารณาประเมินโครงการก่อสร้างแล้วตัดสินใจเลือกหรือไม่เลือกซื้อแบบของโครงการก่อสร้างที่ทำการประเมิน
- ขั้นตอนการตัดสินใจซื้อแบบ หากคณะกรรมการยอมรับเงื่อนไขเบื้องต้นของโครงการนั้นและโครงการนั้นตรงตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ขององค์กรแล้ว โดยโครงการที่ผ่านการประเมินเบื้องต้นว่าเหมาะสมที่จะนำไปคัดเลือกเพื่อยื่นประมูลต่อไปควรจะทำการซื้อแบบก่อสร้าง แต่ถ้าโครงการนั้นถูกการประเมินว่าไม่เหมาะสมที่จะนำไปคัดเลือกเพื่อยื่นประมูลก็ไม่ต้องซื้อแบบ และให้ทำการคัดเลือกโครงการนั้นออก

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 คัดเลือกโครงการก่อสร้าง

เมื่อผ่านขั้นตอนการประเมินโครงการเบื้องต้น จนถึงขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อแบบ และเลือกที่จะซื้อแบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีกระบวนการ ดังนี้

- ตรวจสอบเงื่อนไขของโครงการก่อสร้างและเอกสารการประมูลจากเอกสารที่ซื้อมา ซึ่งจะทำให้ทราบเงื่อนไขข้อมูลของโครงการและข้อมูลการประมูลอย่างละเอียด เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้างต่อไป โดยขั้นตอนนี้จะมีคณะกรรมการที่เกี่ยวข้องเข้ามาตรวจสอบข้อมูลสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- พัฒนาปัจจัยสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง มีความสำคัญต่อกระบวนการ คือ ในการพิจารณาของคณะกรรมการนั้นมักจะจำเป็นต้องใช้ปัจจัยสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างในการตัดสินใจ โดยปัจจัยเหล่านี้ต้องอาศัยการเก็บรวบรวม การสำรวจหรือการสอบถามจากองค์กรผู้รับเหมาในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง เพื่อพัฒนาชุดของปัจจัยให้เหมาะสม และควรมีน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเหล่านั้นด้วย
- ประเมินคัดเลือกโครงการก่อสร้าง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ซึ่งแสดงถึงว่าได้ทำการพิจารณามาจนถึงขั้นตอนของการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างแล้ว โดยการประเมินคัดเลือกโครงการก่อสร้างในขั้นตอนนี้จะใช้ปัจจัยที่พัฒนาขึ้นจากขั้นตอนก่อนหน้านี้มาสร้างความสัมพันธ์กันขึ้นเป็นแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นเนื้อหาหลักของงานวิจัยนี้
- ตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง สามารถแยกได้เป็น 2 กรณี
  - ไม่เลือก คือ ทำการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนั้นออก
  - เลือก คือ นำโครงการก่อสร้างนั้นไปทำการประมาณราคาต่อไป
- ขั้นตอนการประมาณราคาโครงการก่อสร้าง โดยทำการประมาณราคาสำหรับโครงการก่อสร้างที่ได้ตัดสินใจเลือกไว้โดยผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ข้างต้น
- ยื่นประมูลโครงการก่อสร้าง เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ โดยนำโครงการที่ผ่านการคัดเลือก และประมาณราคาโครงการก่อสร้างให้เรียบร้อย จากนั้นก็ทำการยื่นประมูลโครงการก่อสร้างดังกล่าวให้กับเจ้าของโครงการ เพื่อให้เจ้าของโครงการได้คัดเลือกต่อไป

ในส่วนต่อไปนี้จะนำเสนอกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาในขั้นตอนที่ 2 คือ การคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ในส่วนของการประเมินคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยเน้นการนำเสนอแบบจำลองที่ใช้ในการคัดเลือกโครงการและโครงการก่อสร้างที่มีอยู่ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่จำเป็นบางอย่างของแบบจำลองที่จะพัฒนาต่อไป

2.3 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือก

เนื่องจากขั้นตอนการคัดเลือกโครงการจำเป็นต้องมีการประเมินโครงการที่เป็นระบบ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ขององค์กร และยื่นประมูลในโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับองค์กรของตน ไม่ให้เกิดปัญหาตามมา เช่น กำไรน้อยหรือขาดทุน คุณภาพงานต่ำ ทรัพยากรไม่เพียงพอสำหรับทำโครงการ หรือทำงานไม่เสร็จตามแผน ดังนั้นจึงมีนักวิจัยที่ได้พยายามพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการขึ้นจำนวนมาก โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจแบบจำลองที่ใช้ในการคัดเลือกโครงการและโครงการก่อสร้าง เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่จำเป็นบางอย่างของแบบจำลองที่จะพัฒนาต่อไป โดยผ่านการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลอง หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้น ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองดังนี้ โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน [5] แบบจำลองแบบผสมผสานสำหรับโครงการวิจัยและพัฒนา [6] แบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล [7] แบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น [8] โปรแกรมเป้าหมายที่ใช้เพื่อคัดเลือกโครงการ [9] เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงได้แบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 ประเภทคือ (1) แบบจำลองประเภทที่แก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัยแล้วนำคำตอบที่ได้ทั้งหมดมาสมดุลกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด และ (2) แบบจำลองประเภทที่สร้างปัจจัยขึ้นมาใหม่จากหลาย ๆ ปัจจัยแล้วจึงแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด การแบ่งในลักษณะนี้จะช่วยให้สะดวกในการวิเคราะห์แบบจำลองต่าง ๆ ที่มีอยู่ และง่ายต่อการชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองที่จะนำมาพัฒนาต่อไปสำหรับงานวิจัยนี้ โดยแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกที่จะนำเสนอมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 แบบจำลองประเภทที่แก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัย

การแก้ปัญหาของแบบจำลองประเภทนี้จะพิจารณาทีละปัจจัย (หรือทีละวัตถุประสงค์) แล้วนำคำตอบที่ได้มาผ่าน*กระบวนการสมดุลระหว่างคำตอบ* (*Trading-off process*) ซึ่งหมายถึงกระบวนการพิจารณาคุณค่าของคำตอบหลาย ๆ คำตอบ โดยตระหนักว่าการเปลี่ยนไปเลือกคำตอบหนึ่งแทนคำตอบเดิมจะได้ค่าของปัจจัย (หรือวัตถุประสงค์) ตัวที่ต้องการเพิ่มขึ้น แต่ค่าของปัจจัยตัวอื่นอย่างน้อยหนึ่งตัวจะลดลง เพื่อหา*คำตอบที่ดีที่สุด* (*The best solution*) ในกระบวนการสมดุลนี้ต้องการตัวนำเข้าทางจิตใจจากผู้ตัดสินใจ ซึ่งรูปแบบของแบบจำลองประเภทนี้สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.1

Min (เซทของสมการวัตถุประสงค์)

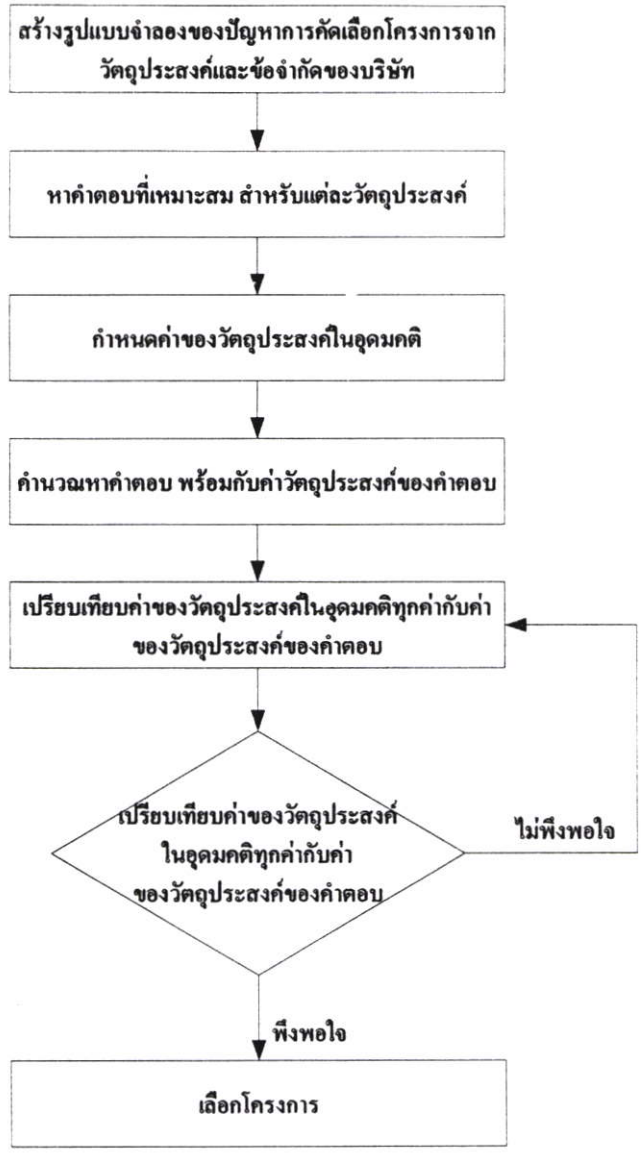
ภายใต้เซทของสมการขอบข่าย (2.1)

ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน โดย Mukherjee [5] ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมนี้เพื่อคัดเลือกโครงการที่ดีที่สุด (ที่ผ่านการศึกษาความเป็นไปได้มาแล้ว) ของบริษัททำเหมืองถ่านหินในประเทศอินเดีย เพื่อการลงทุนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบริษัทซึ่งถูกกำหนดไว้ 4 ข้อ คือ

- ทำให้ผลผลิตมากที่สุด
- พยายามลงทุนในโครงการซึ่งทำให้เงินลงทุนของบริษัทที่มีอยู่เหลือน้อยที่สุด
- พยายามทำให้อัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตทั้งหมดหารด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุนมีค่ามากที่สุด
- พยายามทำให้รายได้จากการขายมากที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดเกี่ยวกับเงินทุนที่มีอยู่ในแต่ละปี

โดยแบบจำลองนี้มีขั้นตอนหลักดังรูปที่ 2.2 และมีรายละเอียดดังนี้

- สร้างรูปแบบจำลองของปัญหาการคัดเลือกโครงการจากวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของบริษัท ซึ่งประกอบด้วยสมการเป้าหมายและสมการขอบข่ายในรูปสมการพีชคณิตเชิงเส้น ดังรูปแบบตามสมการที่ 2.1
- หาคำตอบที่เหมาะสม (เป็นชื่อของโครงการที่ลงทุนและไม่ลงทุน) สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาทีละวัตถุประสงค์พร้อมกับค่าของวัตถุประสงค์ของคำตอบนั้น เพื่อให้ได้คำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบริษัท
- กำหนดค่าของวัตถุประสงค์ในอุดมคติ ซึ่งได้มาจากคำตอบที่เหมาะสมในขั้นตอนก่อนหน้า
- คำนวณหาคำตอบ พร้อมกับค่าวัตถุประสงค์ของคำตอบ
- ให้ผู้ตัดสินใจเปรียบเทียบค่าของวัตถุประสงค์ในอุดมคติทุกค่ากับค่าของวัตถุประสงค์ของคำตอบ ดังนี้
  - ถ้าไม่มีค่าของวัตถุประสงค์ข้อใดของคำตอบถูกพึงพอใจให้ย้อนไปทำขั้นตอนก่อนหน้า (จุดที่ 4)
  - ถ้าพอใจ คำตอบนี้จะเป็นคำตอบที่ถูกพึงพอใจมากที่สุด (ควรถูกเลือกมากที่สุด)



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนของโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน

สิ่งที่พบจากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาหลายวัตถุประสงค์แบบเชิงจำนวน มีดังนี้

จุดแข็งของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้มีขั้นตอนของการทำงานของโปรแกรมง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- แบบจำลองนี้ทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ที่จะประสบความสำเร็จในวัตถุประสงค์เนื่องจากผู้ตัดสินใจเป็นผู้แสดงความพึงพอใจต่อค่าของวัตถุประสงค์ทั้งหมดของคำตอบนี้

- แบบจำลองนี้ช่วยให้ง่ายในการทำงานและการวิเคราะห์ เนื่องจากใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- การหาโครงการที่พึงพอใจที่สุดจะใช้เวลานาน [5] เนื่องจากการเปลี่ยนค่าของวัตถุประสงค์ ซึ่งมีลักษณะต่อเนื่องกลับไปเป็นคำตอบ ซึ่งมีลักษณะไม่ต่อเนื่องทำให้หาคำตอบได้ค่อนข้างยาก
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถรองรับปัญหาที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนได้
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีความเสี่ยงได้

2.3.2 แบบจำลองประเภทที่สร้างปัจจัยใหม่ขึ้นมาจากหลาย ๆ ปัจจัย

การแก้ปัญหาสำหรับแบบจำลองประเภทนี้ ผู้ตัดสินใจต้องให้ค่า***ตัวนำเข้าทางจิตใจ*** เพื่อรวมปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยเข้าเป็นปัจจัยใหม่เพียงปัจจัยเดียวแล้วจึงแก้ปัญหาเพื่อหา***คำตอบที่ดีที่สุด*** ตัวอย่างของแบบจำลองนี้ เช่น

2.3.2.1 แบบจำลองถ่วงน้ำหนัก (Weighting model)

แบบจำลองนี้จะสร้างปัจจัยตัวใหม่ขึ้นมา โดยรวมปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังสมการที่ 2.2

$$\text{คะแนนรวมทั้งหมด} = \text{ผลรวม [น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย} \times \text{ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย]} \quad (2.2)$$

ค่าคะแนนรวมทั้งหมดที่คำนวณได้จากสมการที่ 2.2 ของโครงการแต่ละโครงการจะนำมาใช้จัดลำดับโครงการ หรือเลือกโครงการที่ดีที่สุด (คะแนนมากที่สุด) เพื่อยื่นประมูลหรือลงทุน อย่างไรก็ตามวิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่แนะนำโดยนักวิจัยแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ตัวอย่างนักวิจัยที่แนะนำแบบจำลองถ่วงน้ำหนัก เช่น Lawson *et al.* [6] ได้แสดงการใช้แบบจำลองแบบผสมผสานสำหรับคัดเลือกโครงการวิจัยและพัฒนาในบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งกระบวนการคัดเลือกโครงการนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกมีดังนี้

- แบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับปัจจัยมีทั้งหมด 14 ปัจจัย และระดับกลุ่มปัจจัยมีทั้งหมด 6 กลุ่มปัจจัย (“เทคนิค” “บริษัทและกลยุทธ์” “การควบคุม” “การตลาด” “การเงิน” และ “การประยุกต์ใช้งาน”)
- ให้คะแนนในระดับปัจจัยโดยใช้สเกลระหว่าง 1-5

- กำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับปัจจัยโดยใช้ดุลพินิจของผู้ตัดสินใจ
- คูณค่าคะแนนและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้าเข้าด้วยกัน แล้วรวมคะแนนของปัจจัยในกลุ่มปัจจัยเดียวกันเข้าด้วยกัน ผลรวมที่ได้จะเป็นค่าคะแนนที่ถ่วงน้ำหนักของกลุ่มปัจจัย
- ปรับค่าผลรวมของคะแนนที่ได้ในกลุ่มปัจจัยเดียวกันให้คงสเกลเดิม (1-5) โดยนำผลรวมของคะแนนที่ได้นี้หารด้วยผลรวมของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในกลุ่มเดียวกัน ผลลัทธ์ที่ได้จะเป็นค่าคะแนนของกลุ่มปัจจัย
- กำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กลุ่มปัจจัยโดยใช้ดุลพินิจของผู้ตัดสินใจ
- คูณคะแนนของแต่ละกลุ่มปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละกลุ่มปัจจัยเข้าด้วยกัน ผลลัทธ์ที่ได้จะเป็นคะแนนรวมทั้งหมดของโครงการหนึ่งโครงการ
- ทำขั้นตอนก่อนหน้านี้ทั้งหมดกับโครงการทุกโครงการ ผลลัทธ์ที่ได้ก็คือ คะแนนรวมทั้งหมดของโครงการทุกโครงการ (คะแนนรวมยิ่งมากโครงการนั้นยิ่งน่าลงทุนมาก)

หลังจากเสร็จขั้นตอนแรกแล้วโครงการจะถูกวิเคราะห์ความเสี่ยงในขั้นตอนที่สอง ซึ่งพิจารณาความเสี่ยงในด้าน "ทรัพยากรที่มีอยู่" "งบประมาณ" และ "อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน" โดยดัชนีความเสี่ยงรวมทั้งหมดของโครงการคือ ผลรวมของค่าดัชนีที่ได้จากความเสี่ยงทั้งสามด้าน (ค่าดัชนีความเสี่ยงแต่ละด้านวัดด้วยสเกล 1-5) ถ้าดัชนีความเสี่ยงรวมทั้งหมดของโครงการมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ถือว่าโครงการนั้นผ่านการพิจารณาด้านความเสี่ยงซึ่งแสดงว่าโครงการนั้นน่าลงทุน แต่ถ้าดัชนีความเสี่ยงมีค่ามากกว่า 2 ต้องมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพิ่มเติมด้วยวิธีการอื่น ๆ ต่อไป (เช่น แผนภาพต้นไม้เหตุการณ์, Event tree) เพื่อทำการลดความเสี่ยงของโครงการให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในขั้นตอนสุดท้ายโครงการที่ผ่านการวิเคราะห์ความเสี่ยงทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์ทางการเงินเพื่อหาค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C ratio) หรือหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โดยค่าดัชนีทางการเงินนี้จะใช้เป็นตัวบ่งชี้การเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการเพื่อการลงทุน

แม้ว่าแบบจำลองนี้จะมีการนำเสนอขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงการอย่างเป็นระบบ (3 ขั้นตอนหลัก) แล้วก็ตาม แต่จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองนี้มีจุดแข็งและข้อจำกัด ดังนี้

จุดแข็งของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

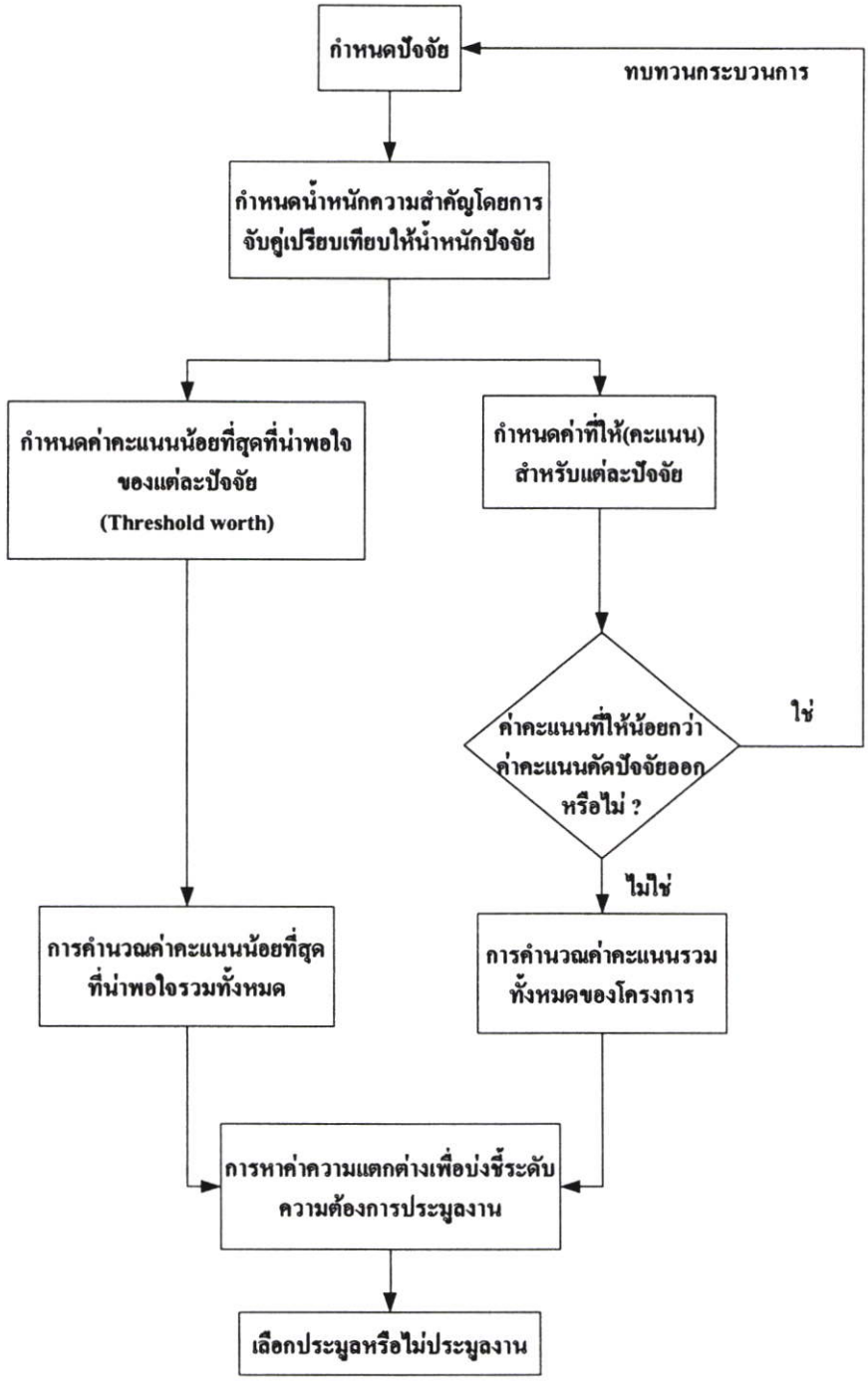
- แบบจำลองนี้มีการเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์โครงการอย่างเป็นระบบ
- แบบจำลองนี้ทำให้ทราบถึงแบบจำลองที่จำเป็นในการคัดเลือกโครงการ

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบลองนี้ไม่สามารถทำการตัดสินใจคัดเลือกโครงการในกรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนได้
- แบบจำลองนี้สามารถที่จะคัดเลือกโครงการได้เฉพาะในกรณีที่โครงการที่นำมาคัดเลือกเป็นโครงการประเภทเดียวกัน
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ได้

อีกตัวอย่างของแบบจำลองถ่วงน้ำหนักคือ แบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลของ Ahmad [7] โดยแบบจำลองนี้ช่วยสนับสนุนผู้รับเหมาในการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล ขั้นตอนของแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- กำหนดปัจจัย โดยแบบจำลองแนะนำปัจจัย 4 ปัจจัยดังนี้ "ลักษณะโครงการ" "ลักษณะองค์กร" "สภาพตลาดแรงงานก่อสร้าง" และ "ทรัพยากร" แล้วจึงแตกปัจจัยดังกล่าวไปเป็นปัจจัยย่อย
- กำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและปัจจัยย่อยโดย*การเปรียบเทียบคู่* (*Pairwise comparison*) ผ่านคำถามเกี่ยวกับดุลพินิจคือ "เมื่อเปรียบเทียบกัน ปัจจัยที่หนึ่งและปัจจัยที่สองมีความสำคัญมากน้อยกว่ากันเท่าใด" การเปรียบเทียบคู่ลักษณะนี้จะกระทำซ้ำไปจนกระทั่งครบทุกคู่ของปัจจัยและทุกคู่ของปัจจัยย่อย ทำให้ได้น้ำหนักความสำคัญของทุกคู่ปัจจัยและทุกคู่ของปัจจัยย่อย
- ปรับค่าน้ำหนักความสำคัญของทุกปัจจัยย่อย (Normalising) ให้ผลรวมของน้ำหนักความสำคัญของทุกปัจจัยย่อยรวมกันมีค่าเท่ากับ 1
- กำหนดค่า*คะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจ* (*Threshold worth*) และกำหนดค่า*คะแนนคัดปัจจัยออก* (*Killed value*) ของแต่ละปัจจัยย่อย
- ให้คะแนนกับปัจจัยย่อยทุกตัว แล้วทำการเปรียบเทียบคะแนนของปัจจัยย่อยกับค่า*คะแนนคัดปัจจัยออก* ถ้าค่าคะแนนของปัจจัยย่อยตัวใดมีค่าน้อยกว่าค่า*คะแนนคัดปัจจัยออก* แสดงว่าปัจจัยย่อยตัวนั้นไม่มีความสำคัญจึงไม่ควรนำปัจจัยย่อยนั้นมาพิจารณาในการตัดสินใจครั้งนี้
- สำหรับโครงการหนึ่งคูณค่าคะแนนและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยย่อยเข้าด้วยกัน ทำให้ได้คะแนนรวมทั้งหมดของโครงการนั้น และคูณค่าคะแนนน้อยที่สุดที่น่าพอใจกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยย่อยเข้าด้วยกัน แล้วรวมผลคูณที่ได้ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทำให้ได้คะแนนรวมทั้งหมดที่น้อยที่สุดที่น่าพอใจของโครงการนั้น



รูปที่ 2.3 วิธีการของแบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล

- เปรียบเทียบค่าคะแนนรวมทั้งหมดของโครงการกับค่าคะแนนรวมทั้งหมดที่น้อยที่สุดที่น่าพอใจ ถ้าค่าแรกมากกว่าค่าหลังแสดงว่าโครงการนั้นน่ายื่นประมูลและผลต่างยิ่งมากโครงการนั้นยิ่งน่าประมูลมาก

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากการศึกษาแนวคิด ขั้นตอนการใช้งานและตัวอย่างของแบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลนี้ ทำให้ทราบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

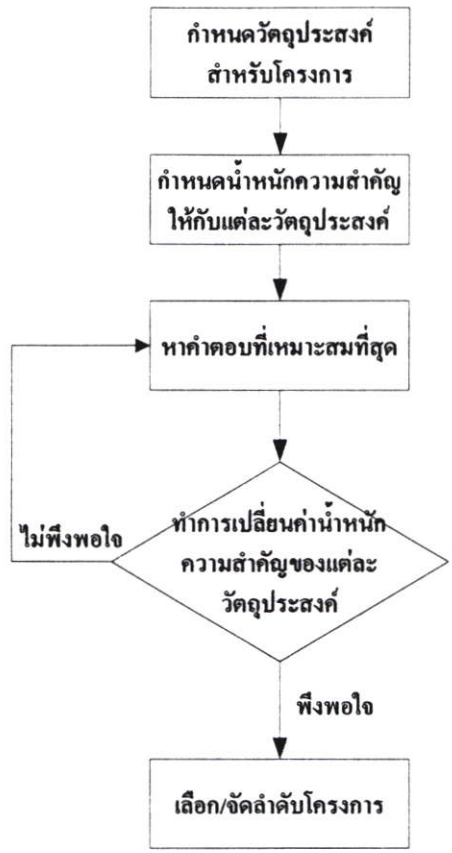
- แบบจำลองนี้มีความยืดหยุ่นในการเพิ่มเติมหรือตัดปัจจัยย่อยออกให้เหมาะสมกับสถานการณ์
- ทำให้ได้แบบจำลองที่ยืดหยุ่นต่อความพึงพอใจของผู้ประมูล เนื่องจากมีการทบทวนความสำคัญของปัจจัย หากผู้ใช้เปลี่ยนความต้องการต่อปัจจัยนั้นก็อาจจะเพิ่มหรือลดความสำคัญของปัจจัยได้

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้ยังคงมีความยากต่อผู้ตัดสินใจในการเปรียบเทียบคู่เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับปัจจัย
- แบบจำลองนี้ไม่ได้พิจารณาความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนได้

แบบจำลองที่หลายหลายอื่น ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับคัดเลือกโครงการบนพื้นฐานของแบบจำลองถ่วงน้ำหนัก (แบบ Optimisation) เช่น แบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นงานวิจัยของ Gabriel *et al.* [8] แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้จัดลำดับโครงการ 84 โครงการของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ซึ่งมี 4 วัตถุประสงค์ (“ลำดับโครงการสูงสุด” “จำนวนผู้จัดการโครงการน้อยที่สุด” “จำนวนผู้จัดการโครงการพิเศษ/เพิ่มน้อยที่สุด” และ “ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ของราคาที่คาดหวังของโครงการน้อยที่สุด) โดยในการพัฒนาวัตถุประสงค์นี้จะรวมความไม่แน่นอนเข้าไปด้วย (ผ่านเทคนิคมอนติคาร์โล) หลักการแก้ปัญหาของแบบจำลองนี้แสดงดังรูปที่ 2.4 และมีรายละเอียดดังนี้

แบบจำลองนี้จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับแต่ละวัตถุประสงค์แล้วแก้สมการเพื่อหา*คำตอบที่เหมาะสมที่สุด* (โดยใช้*วิธีซิมเพล็กซ์*ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์) หลังจากนั้นจะเปลี่ยนค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์หลาย ๆ ค่าเพื่อให้ได้*คำตอบที่เหมาะสม*ที่สุดหลาย ๆ คำตอบ สุดท้ายก็จะทำการเลือก*คำตอบที่ดีที่สุด*ผ่าน*กระบวนการสมดุลระหว่างคำตอบ*



รูปที่ 2.4 วิธีการของแบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น แล้วทำให้ทราบถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

จุดแข็งของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้แสดงขั้นตอนการเลือกโครงการที่เป็นระบบ
- แบบจำลองนี้สามารถตัดสินใจคัดเลือกโครงการที่มีหลายวัตถุประสงค์ได้

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้ไม่สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนเข้าไปในการวิเคราะห์ได้

2.3.2.2 โปรแกรมเป้าหมาย *(Goal programming)*

โปรแกรมนี้จะกำหนดเป้าหมาย (ปริมาณหนึ่งที่พึงพอใจ) ให้กับวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงสำหรับการหาคำตอบให้ได้ค่าใกล้เคียงกับจุดอ้างอิงนี้มากที่สุด กล่าวคือ พยายามหาคำตอบที่ทำให้เกิดผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมายทุกเป้าหมายน้อยที่สุด โดยการรวมค่าเบี่ยงเบนของแต่ละเป้าหมายสามารถคำนึงถึงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมายด้วยก็ได้

โปรแกรมเป้าหมายนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรกน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมายแตกต่างกันมาก (Pre-emptive) และประเภทที่สองน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมายไม่แตกต่างกันมาก (Non pre-emptive) โปรแกรมประเภทแรกจะหาคำตอบโดยพิจารณาเป้าหมายที่มีความสำคัญมากที่สุดก่อนแล้วจึงพิจารณาเป้าหมายรองลงมาเป็นลำดับ แต่สำหรับโปรแกรมประเภทที่สองจะหาคำตอบโดยพิจารณาเป้าหมายทุกข้อไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.3

Min (ผลรวม [น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมาย × ค่าเบี่ยงเบนของแต่ละเป้าหมาย]) (2.3)
ภายใต้ เซทของสมการขอบข่าย

การหาคำตอบของโปรแกรมเป้าหมายทั้งสองประเภทสามารถใช้*วิธีซิมเพล็กซ์สำหรับหลายวัตถุประสงค์* (*Multiobjective simplex method*) หรือ *วิธีซิมเพล็กซ์* (*Simplex method*) (รายละเอียดของวิธีดังกล่าวดูเพิ่มเติมได้ที่ Zeleny [13-14]) ตัวอย่างการใช้โปรแกรมเป้าหมายในการคัดเลือกโครงการ เช่น โปรแกรมเป้าหมายที่ใช้เพื่อคัดเลือกโครงการ งานวิจัยของ Mukherjee and Bera [9] ซึ่งสร้างแบบจำลองเพื่อคัดเลือกโครงการของบริษัททำเหมืองถ่านหินในประเทศอินเดียที่ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ 4 ด้านคือ (1) ด้านเงินลงทุนเริ่มต้น (2) ด้านค่าใช้จ่ายของการผลิต (3) ด้านกำไร และ (4) ด้านกำลังคน ภายใต้ข้อจำกัดเกี่ยวกับความต้องการใช้ถ่านหิน (ที่รวมความไม่แน่นอนเข้าไปด้วย) โดยที่ขั้นตอนหลักของแบบจำลองมีดังนี้

- กำหนดเป้าหมาย (ค่าคงที่) ให้กับวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ด้าน
- สร้างแบบจำลองของสมการเป้าหมายรวมของปัญหาการคัดเลือกโครงการให้อยู่ในรูปแบบตามสมการที่ 2.3 โดยกำหนดน้ำหนักความสำคัญที่ไม่แตกต่างกันมากให้กับแต่ละเป้าหมาย (ซึ่งหามาได้จากผู้ตัดสินใจหลายคน)
- หาคำตอบของแบบจำลอง (สามารถใช้*วิธีซิมเพล็กซ์*) ซึ่งคำตอบที่ได้คือ รายชื่อของโครงการที่ลงทุนและไม่ลงทุน

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลองที่หาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่คำนึงถึงความน่าจะเป็น แล้วทำให้ทราบถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนเข้าไปได้ (ผ่านการให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละเป้าหมาย)

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้จะไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของเป้าหมายตามสถานการณ์

แบบจำลองที่หลากหลายอื่น ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับคัดเลือกโครงการบนพื้นฐานของโปรแกรมเป้าหมาย เช่น งานวิจัยของ Badri *et al.* [15] และ Kim and Emery [16] นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองสำหรับคัดเลือกโครงการประเภทอื่น ๆ อีก เช่น แบบจำลองฟัสซี่ (ดูได้ในงานวิจัยของ Avineri *et al.* [17]) และระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ดูได้ในงานวิจัยของ Tian *et al.* [18]) ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ยังคงมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ สมมติว่ามีผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียวทำให้ไม่สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนเข้าไปในการวิเคราะห์ได้

นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองในการคัดเลือกซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแบบจำลองที่นำเสนอไปแล้วข้างต้น เช่น แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการ (Project Procurement System Selection Model, PPSSM) งานวิจัยของ Alhazmi [19] ได้ทำการพัฒนาการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการที่เหมาะสม โดยนำเสนอวิธีการ PPSSM และทำการทดสอบในประเทศซาอุดิอาระเบีย ซึ่งแบบจำลองนี้ทำการรวบรวมความสัมพันธ์ที่มีของ ระบบการจัดหาไว้ 6 กลุ่ม ดังนี้

- ลักษณะโครงการ
- สภาพตลาด
- ความต้องการของผู้รับเหมาและสถาปนิก/วิศวกร (A/E)
- ประเภทของเจ้าของ
- องค์กรออกแบบของเจ้าของ
- ข้อกำหนดทางออกแบบและก่อสร้างของท้องที่

โดยที่ความสัมพันธ์เหล่านี้เมื่อมาจัดกลุ่มในรูปแบบของ “ความต้องการของเจ้าของ” จะสามารถจัดได้เป็น 4 ประเภท

- ราคา
- เวลา
- คุณภาพ
- ความต้องการทั่วไป

เมื่อทำการจัดกลุ่มของปัจจัยที่ใช้สำหรับการจัดหาโครงการแล้ว ต่อมาเป็นวิธีการของแบบจำลอง ซึ่งมีวิธีการทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ (1) การจัดลำดับความเป็นไปได้ (2) การประเมินค่าโดยการเปรียบเทียบ (3) การประเมินค่าน้ำหนัก (4) กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) โดยมีกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 2.5 และมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย

เป็นการพัฒนากลุ่มของปัจจัยการประเมินค่าโดยการตัดสินใจจากระบบจัดหาโครงการแบบแข่งขัน โดยทำตารางแยกทั้ง 6 กลุ่ม ความสัมพันธ์ข้างต้นออกเป็น 6 ตาราง และนำ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นตัวเลือก จากนั้นให้ผู้ใช้ให้คะแนนได้มากกว่า 6 ปัจจัย โดยค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 0-5 ซึ่ง 5 เป็นคะแนนที่ความน่าจะเป็นสูงที่สุดของการดำเนินการสำหรับเวลาน้อยที่สุด ผลตอบแทนสูงสุดและต้องการคุณภาพ

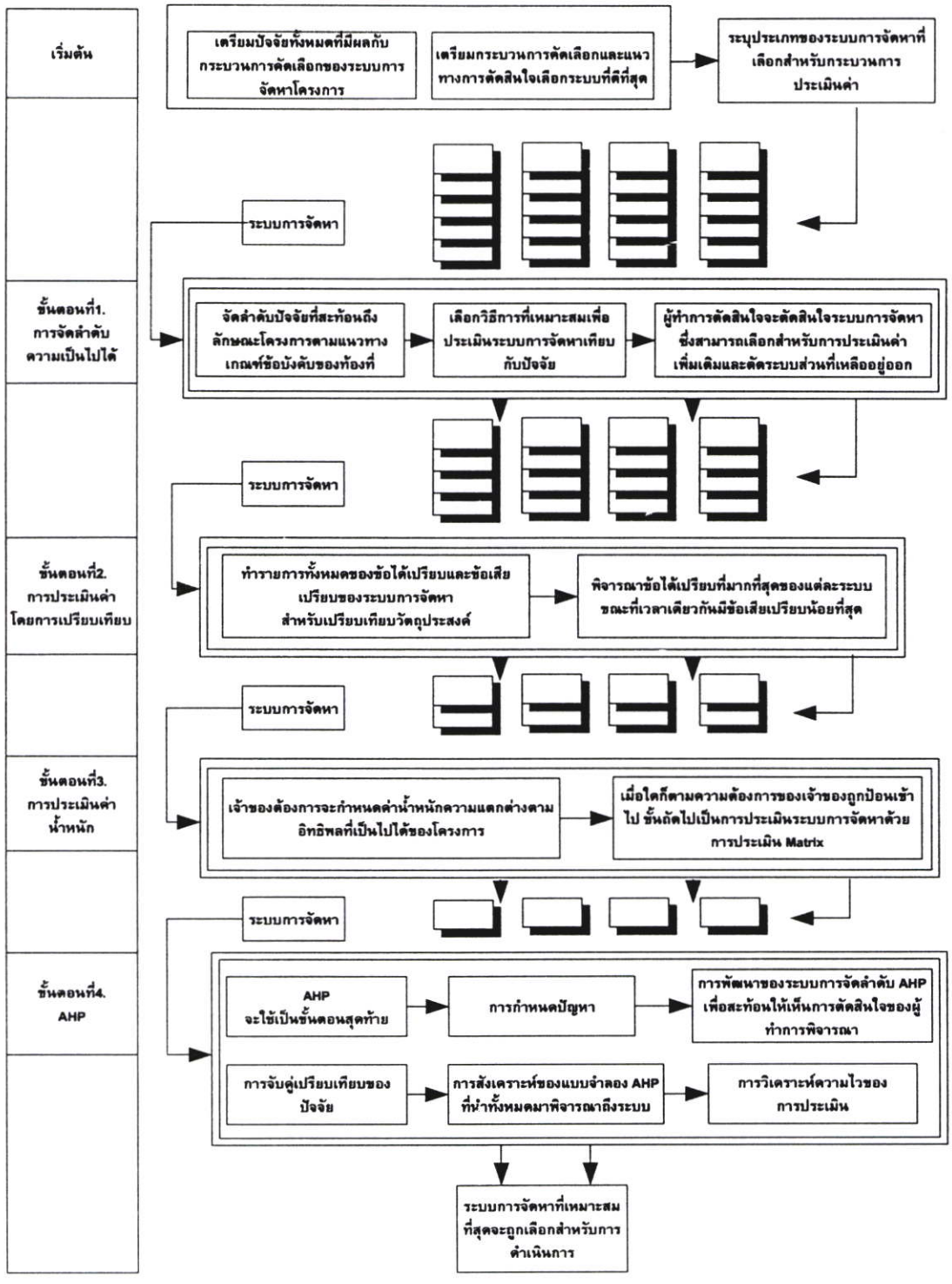
ขั้นตอนที่ 2 : การประเมินค่าของระบบการจัดหาโครงการโดยการเปรียบเทียบ

ทำได้โดยการเรียงลำดับข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของแต่ละระบบการจัดหาโครงการ เพื่อเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ การเปรียบเทียบต้องเตรียมระบบการจัดหาให้หลากหลายตามผลประโยชน์และอุปสรรคเพื่อเป็นแนวทาง ซึ่งการเรียงลำดับจะช่วยให้พิจารณาหาทางแก้ไขปัจจัยลบด้วย ทั้งนี้ ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าของมีโอกาสได้ผลประโยชน์สูงสุดในแต่ละระบบการจัดหาโครงการและในขณะเดียวกันก็มีปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 : การประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

ใช้การประเมินค่าน้ำหนักเพื่อจำแนกระบบการจัดหาโครงการที่เหมาะสมด้วยการอ้างอิงถึงการพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในกระบวกการคัดเลือก เทคนิคนี้นำการใช้การทำการตัดสินใจโดยตัวประเมินทางจิตใจหลาย ๆ วัตถุประสงค์มาใช้ โดยขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน: การจับคู่เปรียบเทียบ และการประเมิน Matrix

- การจับคู่เปรียบเทียบ: ความต้องการของผู้ใช้จะเป็นตัวกำหนดความแตกต่างของค่าน้ำหนักความสำคัญ การจับคู่เปรียบเทียบนี้เพื่อวางน้ำหนักความสำคัญในแต่ละปัจจัย โดยทำการเปรียบเทียบความต้องการปัจจัยตัวหนึ่งกับความต้องการปัจจัยตัวอื่น ๆ ในเวลาเดียวกัน โดยค่าน้ำหนักที่ให้สามารถเปรียบเทียบได้ว่าปัจจัยไหนมีความสำคัญมากกว่า
- การประเมิน Matrix: หลังจากการจับคู่เปรียบเทียบน้ำหนักของความต้องการได้ถูกกำหนด ต่อไปเป็นการใช้ความต้องการของผู้ใช้และน้ำหนักในการประเมินระบบการจัดหาโครงการที่เหลืออยู่ มีสมมติฐานว่าระบบการได้มาทั้งหมดมีเหลืออยู่ในความต้องการของผู้ใช้ โดยการประเมิน Matrix นั้นมีวิธีการ ดังนี้
  - ในการประเมิน Matrix คือ ประเมินแต่ละระบบการจัดหาโครงการ สำหรับแต่ละปัจจัยที่มีให้ โดยการให้คะแนนมีตั้งแต่ 1-5 การพิจารณาใช้ปัจจัยทุกตัวเพื่อประเมินหาระบบการได้มาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
  - การจัดลำดับของแต่ละระบบการจัดหาโครงการด้วยคะแนนการให้น้ำหนักของแต่ละปัจจัย
  - หลังจากได้ประเมินระบบการจัดหาโครงการทั้งหมดแล้ว จะทำการจัดลำดับจากคะแนนทั้งหมด



รูปที่ 2.5 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการ (PPSSM)

ขั้นตอนที่ 4 : กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP)

การใช้ AHP สำหรับ PPSSM มีด้วยกัน 4 ขั้นตอนหลัก : การจัดลำดับปัญหา, การจับคู่เปรียบเทียบ, การประเมินการก่อสร้างทั้งหมดก่อนด้วย AHP (การสังเคราะห์) และการประเมินความสอดคล้องของการตัดสินใจ

โดยในขั้นตอนสุดท้ายนี้ ใช้การตัดสินใจโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ชื่อว่า Expert Choice version 9.0 ซึ่งนำมาใช้กับ PPSSM บนพื้นฐานทางทฤษฎีของ AHP

จากการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการนี้ ทำให้ทราบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองดังนี้

ข้อดีของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- ได้แบบจำลองการคัดเลือกระบบการจัดหาโครงการที่เป็นระบบ
- ช่วยให้ทราบปัญหาและหาทางแก้ไขของแต่ละระบบการจัดหาโครงการได้ก่อนตัดสินใจเลือกระบบนั้น เนื่องจากมีการเปรียบเทียบข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของระบบการจัดหาโครงการแต่ละระบบก่อนการตัดสินใจ

ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ มีดังนี้

- แบบจำลองนี้ไม่สามารถรวมการตัดสินใจเมื่อมีผู้ตัดสินใจหลายคนได้
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน ในขณะที่ทำการให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยของแต่ละระบบการจัดหาโครงการ
- แบบจำลองนี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ ทำให้ไม่ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ทำให้ทราบถึงความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองที่ควรพัฒนาขึ้นมาสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา โดยอาศัยการวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละแบบจำลองเพื่อจัดกลุ่มแบบจำลอง (แบ่งเป็น 2 ประเภท) ซึ่งการจัดกลุ่มนี้มีส่วนช่วยในการวิเคราะห์สมมติฐาน จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้น โดยจะนำเสนอในบทวิเคราะห์ซึ่งอยู่ในหัวข้อถัดไป

2.4 บทวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์สมมติฐาน จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลองทั้งสองประเภทคือ (1) ประเภทที่แก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัย และ (2) ประเภทที่สร้างปัจจัยใหม่ขึ้นมาจากหลาย ๆ ปัจจัยพบว่า แบบจำลองทั้งสองประเภทเน้นการพัฒนาความสามารถที่แตกต่างกัน กล่าวคือ บางแบบจำลอง (เช่น [6-8]) มีความง่ายในการใช้งานหรือสามารถรวมความเสี่ยงเข้าไปในการวิเคราะห์ได้ แต่สมมติว่ามีผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว ในขณะที่บางแบบจำลอง (เช่น [9]) คำนึงถึงผู้ตัดสินใจหลายคนและสามารถพิจารณาความเสี่ยงได้ แต่ไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย (หรือวัตถุประสงค์) และต่อน้ำหนักความสำคัญให้เหมาะสมกับสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้ยังพบว่า ในองค์กรของผู้รับเหมาส่วนใหญ่ใช้ผู้ตัดสินใจมากกว่าหนึ่งคนสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล โดยผู้ตัดสินใจแต่ละคนอาจจะให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยไม่เท่ากันซึ่งอาจจะทำให้เกิดการถกเถียงกันได้ว่า น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยควรจะเป็นเท่าไร และค่าน้ำหนักความสำคัญนี้มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาควรมีความสามารถดังนี้ [11]

- คำนึงถึงความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลาย ๆ คนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* โดยใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน เพื่อช่วยในการรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลาย ๆ คนเข้าไปในการวิเคราะห์

- พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน โดยใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เพื่อจัดการกับปัญหาความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์
- ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของ*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

โดยในบทต่อไปจะกล่าวถึง กรอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานของการพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ก่อนที่จะพัฒนาแบบจำลองที่มีความสามารถดังกล่าวขึ้นมา

บทที่ 3
กรอบทฤษฎี

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและแนวความคิดสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่พบจากการทบทวนวรรณกรรมในบทก่อนหน้านี้ โดยอาศัยทฤษฎีและแนวความคิดหลักที่ใช้มี 2 ทฤษฎี ดังนี้ (1) *ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์* (*Theory of a utility function*) และ (2) *ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน* (*Theory of a social welfare function*)

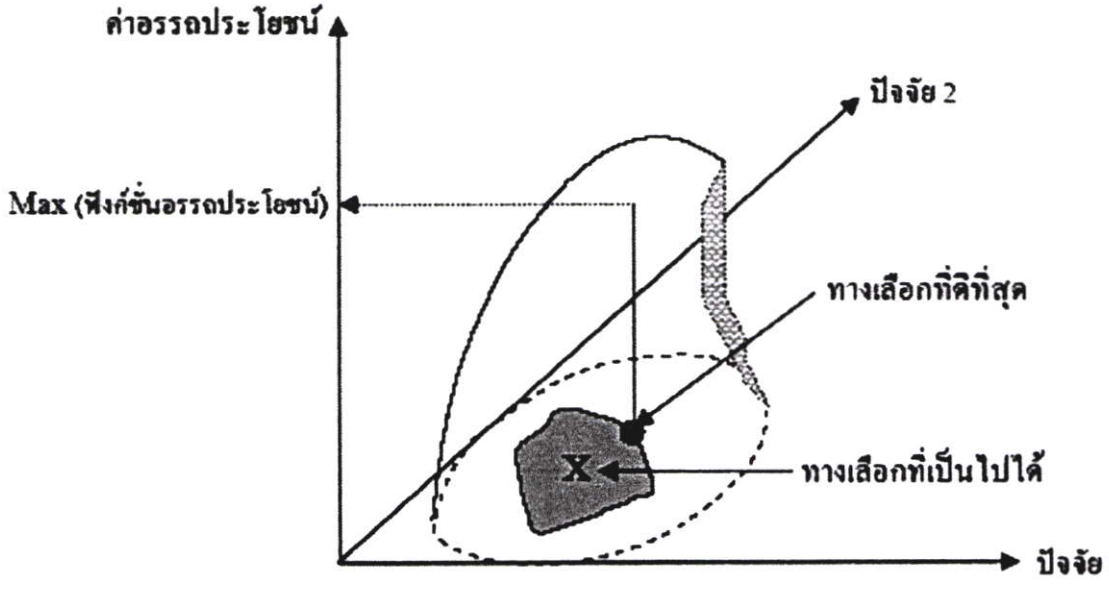
สำหรับการตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเพื่อยื่นประมูลมักจะอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอน ซึ่งอาจจะทำให้คัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสมและนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ เช่น กำไรน้อยเกินไปหรือขาดทุน ทรัพยากรไม่เพียงพอสำหรับทำงาน หรือการละทิ้งงาน ดังนั้นเพื่อจัดการกับความไม่แน่นอนซึ่งทำให้เกิดปัญหาเหล่านี้ จึงได้นำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งเข้ามาช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าว โดยที่ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ ซึ่งฟังก์ชั่นนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยนั้น ๆ ของผู้ตัดสินใจ อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ) โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมานี้มักจะมีผู้ตัดสินใจหลายคน แต่ว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์มีข้อจำกัดในการรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคน เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนงานวิจัยนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรวบรวมค่าอรรถประโยชน์ (ซึ่งสะท้อนถึงความพึงพอใจ) ของผู้ตัดสินใจทุกคนได้ โดยรายละเอียดของทฤษฎีทั้ง 2 นี้จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

3.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

ในการคัดเลือกโครงการนั้นมีปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งผู้ตัดสินใจต้องเป็นผู้ประเมินหรือให้ค่าความสำคัญ โดยที่การประเมินหรือการวัดค่าความสำคัญนี้ มักจะต้องวัดโดยใช้ความพึงพอใจหรือ *ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (*Subjective inputs*)ของผู้ตัดสินใจในการกำหนดคุณค่าของปัจจัยนั้น ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัย โดยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้จะเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์สามารถแสดงค่าผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลขสามารถคำนวณได้ ทำให้สามารถทราบถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัย ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

นี้จะทำการแปลงค่าของปัจจัยไปเป็นค่าอรรถประโยชน์ โดยทางเลือก (หรือโครงการ) ที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงสุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งการใช้ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจไว้ 2 ประเภท [20] ดังนี้

- ความพึงพอใจเกี่ยวกับความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ที่ตามมาสำหรับปัจจัยนั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อระดับค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยนั้น
- ความพึงพอใจของการเลือกปัจจัยแต่ละตัว ซึ่งแสดงให้เห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้

3.2.1 วิธีการสร้างฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

วิธีการสร้างฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของปัจจัยมีขั้นตอนดังนี้ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน [21-22])

- การกำหนดค่าอรรถประโยชน์ให้กับค่าปลายทั้งสองค่า

การกำหนดค่าผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ และจัดลำดับความพึงพอใจที่มากที่สุด (X^*) ไปจนถึงความพึงพอใจที่น้อยที่สุด (X_*) โดยให้ความพึงพอใจมากที่สุดมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 1 และให้ความพึงพอใจที่น้อยที่สุดมีค่าอรรถประโยชน์เป็น 0 หรืออาจจะกำหนดค่าอื่นก็ได้ ไม่มีกฎเกณฑ์เฉพาะที่จะใช้กำหนดขนาดของอรรถประโยชน์ กล่าวคือ จะกำหนดเป็นตัวเลขเท่าใดก็ได้

- หาค่าอรรถประโยชน์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

วิธีการที่ดีที่สุดในการหาค่าอรรถประโยชน์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่อยู่ระหว่างค่าปลายทั้งสอง คือการเขียนเส้นโค้งอรรถประโยชน์ที่บุคคลคนหนึ่งมีต่อปัจจัยตัวหนึ่ง ซึ่งผู้ตัดสินใจมีทางเลือกที่พิจารณาอยู่ 2 ทางเลือกที่เป็นไปได้ คือ X_1 และ X_2 โดยแบ่งทางเลือกออกเป็นประเภททางเลือกที่แน่นอนและไม่แน่นอน ซึ่งค่าอรรถประโยชน์ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยหาความเป็นไปได้ที่ทำให้ทั้งสองทางเลือกเป็นทางเลือกที่ยอมรับได้ทั้งคู่ ได้จากรูปแบบความสัมพันธ์ของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ดังสมการที่ 3.1

$$\text{Utility } X_i = U(X_i) = p.U(X^*) + (1-p).U(X_*) \qquad (3.1)$$

เมื่อ $U(X_i)$ คือ อรรถประโยชน์ของทางเลือก (หรือโครงการ) ที่พิจารณา

p คือ ความน่าจะเป็นของทางเลือก (หรือโครงการ) ที่พิจารณา

X^* คือ ความพึงพอใจที่มากที่สุดที่มีต่อทางเลือก (หรือโครงการ) ที่พิจารณา

X_* คือ ความพึงพอใจที่มากที่สุดที่มีต่อทางเลือก (หรือโครงการ) ที่พิจารณา

โดยส่วนมากนิยมใช้ $U(X^*) = 1$ และ $U(X_*) = 0$

ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องทำการกำหนดค่า X^* กับ X_* และค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดค่าดังกล่าว เพื่อใช้หาค่าอรรถประโยชน์จากรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมการที่ 3.1 โดยการกำหนดค่าต่าง ๆ นี้จะต้องมีการทำซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ค่าอรรถประโยชน์หลาย ๆ จุด และทำการเก็บรวบรวมค่าต่าง ๆ ไว้ เพื่อเขียนกราฟเส้นโค้งอรรถประโยชน์ของปัจจัยที่พิจารณา

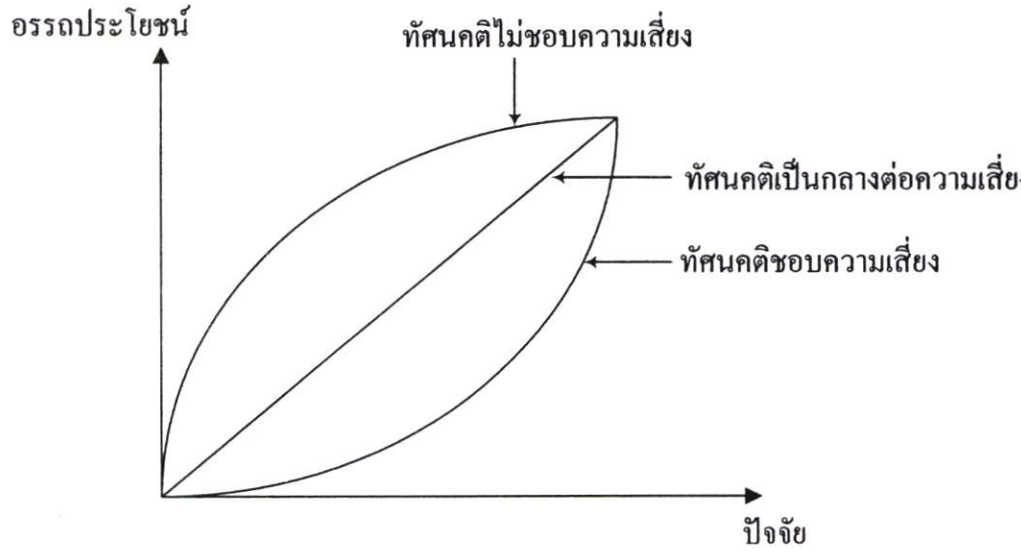
- นำค่าอรรถประโยชน์ที่ได้ไปเขียนกราฟเส้นโค้งอรรถประโยชน์

การสร้างเส้นโค้งอรรถประโยชน์โดยใช้ค่าที่แทนในความสัมพันธ์ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ (จุดที่ 2) ซึ่งเป็นค่าของปัจจัยที่ทำให้ทั้งสองทางเลือกข้างต้นไม่มีความแตกต่างกัน แล้วได้ค่าอรรถประโยชน์ของค่าปัจจัยนั้นออกมา ให้แกน X แทนค่าที่ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันเกิดขึ้น และแกน Y แทนค่าอรรถประโยชน์

- หาค่าอรรถประโยชน์ที่มีต่อปัจจัย

โดยใช้เส้นโค้งอรรถประโยชน์ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ผ่านมา (จุดที่ 3) ซึ่งผู้ตัดสินใจทำการเลือกค่าของปัจจัยจากแกน X ในสถานการณ์ที่กำลังพิจารณา แล้วลากเส้นมาตัดเส้นโค้งอรรถประโยชน์ที่สร้างขึ้น จากนั้นลากเส้นไปตัดแกน Y เพื่อหาค่าอรรถประโยชน์ที่มีต่อปัจจัยของผู้ทำการตัดสินใจ

ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันออกไป โดยพบว่าความพึงพอใจของแต่ละบุคคลนั้นเป็นสิ่งที่มีความแตกต่างกันจึงยากต่อการวัด บุคคลบางกลุ่มไม่ชอบที่จะทำอะไรที่มีความเสี่ยง หรือเรียกว่า กลุ่มที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion) ในขณะที่บุคคลบางกลุ่มชอบที่จะเผชิญกับความเสี่ยง หรือเรียกว่า กลุ่มที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้มีระดับความพึงพอใจที่แตกต่างกัน หรือมีอรรถประโยชน์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นเส้นโค้งอรรถประโยชน์จึงมีลักษณะแตกต่างกันมากมายหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวความคิดเกี่ยวกับการตัดสินใจ หรือทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยงของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (ดูเพิ่มเติมได้ใน [23-25]) ดังรูปที่ 3.2 (จากรูปที่ 3.2 รายละเอียดของแต่ละทัศนคติมีดังนี้)



รูปที่ 3.2 ประเภทของทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยงของแต่ละบุคคลสำหรับฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

- ทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion)

บุคคลประเภทที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยงนี้ จะไม่ต้องการรับความเสี่ยงที่สูง ดังนั้นจึงมีเพียงความเสี่ยงที่ให้ผลตอบแทนสูงมาก ๆ เท่านั้น บุคคลประเภทนี้ถึงจะยอมรับความเสี่ยงได้ ซึ่งกราฟของความสัมพันธ์ประเภทนี้จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อโอกาสที่จะต้องเสียผลประโยชน์นั้นมีมากขึ้น (ความชันในช่วงแรกของกราฟจะมีค่าสูง) และค่าของอรรถประโยชน์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ แม้ว่าจะได้รับผลตอบแทนมากขึ้นก็ตาม (ความชันของกราฟในช่วงท้ายจะมีค่าน้อย) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ค่าขอบเขตของอรรถประโยชน์ (marginal utility) ในรูปของผลตอบแทนจะ

ลดลงเรื่อย ๆ แม้ว่าผลตอบแทนจะมากขึ้น (ค่าขอบเขตสามารถหาได้จากความชัน ณ จุดใดจุดหนึ่ง เพราะฉะนั้น จากกราฟค่าความชันจะลดลงเรื่อย ๆ แสดงว่าค่าขอบเขตของอรรถประโยชน์ก็จะลดลงเรื่อย ๆ เช่นเดียวกัน ดังนั้นกราฟจึงมีลักษณะโค้งคว่ำ)

- ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity)

บุคคลประเภทที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยงนี้ จะมีความพึงพอใจถ้าเขาต้องพบกับความเสี่ยงต่าง ๆ ที่ให้ผลตอบแทนสูง โดยผลตอบแทนยิ่งมากเท่าไหร่คนประเภทที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยงก็จะมีโอกาสเปลี่ยนมาเป็นคนประเภทที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยงนี้มากขึ้น คนประเภทนี้เชื่อว่าความเสี่ยงมีค่าเหนือกว่าผลประโยชน์ที่พวกเขาต้องเสียไป ดังนั้น ค่าขอบเขตของอรรถประโยชน์จะมีค่ามากขึ้นเมื่อผลตอบแทนมากขึ้น (ค่าความชันมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อผลตอบแทนมากขึ้นกราฟจึงมีลักษณะโค้งหงาย)

- ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality)

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในลักษณะนี้จะมีกราฟเป็นเส้นตรง อรรถประโยชน์ของคนประเภทนี้มีค่าที่แท้จริงของผลตอบแทนที่พวกเขาจะได้รับ พวกเขาจะไม่ลงทุนสูงกว่าผลตอบแทนที่จะได้รับ พวกเขาจะพอใจมากที่สุดในกรณีใด ๆ ก็ตามที่จะทำให้เขาได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด การตัดสินใจในลักษณะนี้มักจะต้องใช้มูลค่าของเงินเป็นบรรทัดฐานโดยตรง เพื่อที่จะสะท้อนว่าเงินแต่ละค่าที่เพิ่มขึ้นต้องแสดงมูลค่าที่แท้จริงออกมา

จากวิธีการข้างต้นทำให้ทราบถึงข้อจำกัดหรือความยากของการใช้งานฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ คือวิธีการที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงการสร้างความสัมพันธ์เพื่อที่จะหาค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยเพียงตัวเดียว ซึ่งถือว่ายากหากสิ่งที่กำลังทำการตัดสินใจมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่เป็นจำนวนมาก การจะหาความสัมพันธ์ เพื่อสร้างเส้นโค้งอรรถประโยชน์ทีละปัจจัยจึงเป็นเรื่องยากและใช้เวลามาก

ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของผู้ทำการตัดสินใจ จึงมีการเสนอแนวทางของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ สำหรับจัดการความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่สามารถแก้ปัญหาความยากดังกล่าวได้ โดยการใช้ผู้ตัดสินใจทำการเลือกค่าอรรถประโยชน์สูงสุดที่มีต่อปัจจัยออกมาเพื่อเป็นค่าชี้วัดสำคัญของปัจจัยเลย หรือเป็นการเลือกคำตอบสุดท้ายของวิธีการข้างต้นขึ้นมาเป็นค่าชี้วัดหรือประเมินปัจจัย ซึ่งมีรูปแบบดังสมการที่ 3.2

$$(\max)\ U(Z(x)) \tag{3.2}$$

โดยที่ $x \in X$

เมื่อ U คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

X คือ เซทของคำตอบที่เป็นไปได้

Z คือ สมการวัตถุประสงค์

X คือ ปัจจัย

เนื่องจากสมการที่ 3.2 ในทางปฏิบัติสร้างขึ้นมาได้ค่อนข้างยากมากจึงได้มีการพัฒนารูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ขึ้นมา โดยรูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่นิยมใช้คือ *ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย* (*Multi-attribute utility function*) ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์รูปแบบพิเศษนี้มีหลายรูปแบบ (รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้ใน [14]) แต่รูปแบบที่นิยมใช้มากคือ *การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก* (*Weighted additive*) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบนี้เพื่อการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

3.2.2 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย

ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย สามารถประเมินค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยโดยรวมปัจจัยแต่ละตัวเข้าด้วยกันเป็นฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ทั้งหมด โดยค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละตัวได้จากการให้ค่าอรรถประโยชน์ที่มีต่อปัจจัยออกมา จากนั้นใช้เทคนิคของ*ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย* ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [20]

- ทำให้ผู้ตัดสินใจเชื่อมั่นว่างานนั้น (เช่น ปัญหาการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง) มีคุณค่าและต้องใช้การประเมินความสำคัญด้วยเทคนิคที่เสนอแนะ (เกี่ยวกับฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์)
- เลือกรูปแบบของ*ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย* โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ แบบการรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังสมการที่ 3.3

$$U(x) = \sum_{i=1}^{N} w_i u_i(x_i) \tag{3.3}$$

ด้วยเงื่อนไข $x \in X$

เมื่อ x คือ ปัจจัยในการคัดเลือกโครงการ

w คือ น้ำหนักความสำคัญ

$u_i(x_i)$ คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ สำหรับปัจจัย x_i

$U(x)$ คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด

และ N คือ จำนวนของปัจจัยทั้งหมด

การใช้รูปแบบนี้มีสมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นอิสระ (Independence) ของปัจจัยดังนี้

- ○ *ความพึงพอใจอิสระ* (*Preferential independence*) ซึ่งสมมติว่าการเปรียบเทียบคุณค่าระหว่างสองปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อปัจจัยอื่น
- ○ *อรรถประโยชน์อิสระ* (*Utility independence*) ซึ่งสมมติว่า ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยแรกเป็นอิสระจากค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยที่สอง

- กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับปัจจัยที่ถูกเลือกไว้ โดยการถามค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับปัจจัยทุกตัว (การตอบคำถามนี้ต้องใช้ดุลยพินิจส่วนบุคคล) หรือใช้การจับคู่เปรียบเทียบหาน้ำหนักความสำคัญระหว่างสองปัจจัย
- สร้างฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เฉพาะสำหรับทุกปัจจัย โดยใช้วิธีตามข้อ 3.2.1 ซึ่งผลของสิ่งที่ได้มาประกอบด้วย สามประเภทของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ คือ ทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion) ทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) และ ทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality) ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น
- หลังจากได้รูปแบบของ***ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย*** เรียบร้อยแล้ว การประเมินรูปแบบการวัดความคงที่เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้แน่ใจถึงความแน่นอนทางทัศนคติของผู้ตัดสินใจ (รายละเอียดของวิธีการประเมินดูได้ใน Zeleny [14])
- ในการประเมินค่าของแต่ละทางเลือก จะทำการแปลงค่าของปัจจัยไปเป็นค่าอรรถประโยชน์ โดยใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่ได้มาจากขั้นตอนก่อนหน้า (จุดที่ 4) จากนั้นจะนำค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัยคูณกันน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทุกตัว แล้วจึงรวมเข้าเป็นค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด โดยทางเลือกที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสูงที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด
- ทำการทดสอบความพึงพอใจที่แท้จริงของผู้ตัดสินใจ เพื่อหา*ความอยู่กับร่องกับรอย* (*Consistency*) ของอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด ซึ่งอาจทำได้โดยใช้ตัวอย่างสมมติทดสอบดู

จากทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่กล่าวไปข้างต้น ช่วยลดข้อจำกัดเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเพื่อยื่นประมูลได้ แต่การตัดสินใจคัดเลือกในองค์กรของผู้รับเหมาโดยส่วนใหญ่ใช้การพิจารณาหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจมากกว่าหนึ่งคนสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล โดยผู้ตัดสินใจแต่ละคนอาจจะให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยไม่เท่ากันซึ่งอาจจะทำให้เกิดการถกเถียงกันได้ว่า น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยควรจะเป็นเท่าไร และค่าน้ำหนักความสำคัญนี้มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้ ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ในการจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนนี้จึงได้นำ*ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน* (*A social welfare function*) ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรวบรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจทุกคนได้ โดยที่ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนที่นำมาเป็นพื้นฐานทางทฤษฎีและแนวความคิดสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างนั้นมีรายละเอียดดังจะกล่าวต่อไป

3.3 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

การตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในองค์กรของผู้รับเหมาส่วนใหญ่ใช้การตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจหลายคนซึ่งอาจเป็นผู้ที่มีอำนาจการตัดสินใจหรือตำแหน่งต่าง ๆ ในองค์กรของผู้รับเหมา แต่ว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่กล่าวไปก่อนหน้านี้มีข้อจำกัดในการคำนึงถึงผู้ตัดสินใจหลายคน

สำหรับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคน อาจเรียกว่า กลุ่มฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ (a group utility function) หรือเรียกว่า ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (a social welfare function) ในที่นี้จะใช้ว่าฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ซึ่งฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งสำหรับองค์กรแบบประชาธิปไตยที่ต้องการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจทุกคน โดยฟังก์ชั่นนี้จะรวมค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละทางเลือกจากผู้ตัดสินใจทุกคนเข้าไปในการวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับผู้ตัดสินใจทุกคนหรือกับองค์กร ซึ่งในการรวมนี้สามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับผู้ตัดสินใจแต่ละคนได้ด้วย

ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเป็นแนวทางในการแสดงความคิดเห็นทางสังคมที่ใช้เพื่อหาแนวความคิดที่มีอยู่ร่วมกันของกลุ่มคนในสังคมหรือกลุ่มคนกลุ่มนั้น ๆ ซึ่งสิ่งที่ได้รับจากการแสดงความคิดเห็นคือค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจส่วนบุคคลของคนแต่ละคนที่อยู่ในกลุ่มนั้น ๆ โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนนี้มีจุดเริ่มต้นมาจากการพิจารณาถึงสิ่งที่เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานและเป็นความพึงพอใจส่วนบุคคลของคนในสังคม โดยที่ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนจะทำการรวมความพึงพอใจเหล่านี้ เพื่อให้ได้ค่าความพึงพอใจที่มีอยู่ร่วมกันของกลุ่มคน

ในการรวมความพึงพอใจของแต่ละบุคคล มีพื้นฐานของปัญหามาจากการหากลุ่มพฤติกรรมทางสังคม (ตัวอย่างเช่น กฎหมาย และโครงการ) ซึ่งมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มคนทั้งทางบวกและทางลบแตกต่างกันไปหลายระดับ ซึ่งควรมีทางเลือกให้กับพฤติกรรมเหล่านี้ เพื่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อกลุ่มคนกลุ่มนั้นมากที่สุด ดังนั้นจึงควรทำความรู้จักเกี่ยวกับความเป็นมาของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน [26] โดยรายละเอียดของความเป็นมามีดังนี้

3.3.1 ความเป็นมาของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

การรวมความพึงพอใจส่วนบุคคลทั้งหมดในฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนมีกระบวนการและมุมมองในการพัฒนาสำหรับการพิจารณาในปัญหาที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน แต่ในการหาค่าความพึงพอใจของกลุ่มคนในสังคมนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากกลุ่มคนในสังคมถือเป็นกลุ่มที่ใหญ่เกินไป โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนจะมีลักษณะของกลุ่มคนเพียงบางส่วนในสังคมที่จะแสดงความพึงพอใจ หรือลงความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ที่กำลังทำการพิจารณาหรือทำการตัดสินใจ โดยนำความพึงพอใจ หรือลงความเห็นเข้ามารวมกันทั้งหมด เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มคนกลุ่มนั้นและประเมินหาสิ่งที่เป็นประโยชน์มากที่สุด

โดยการพัฒนาฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ยุคหลัก ๆ คือ

3.3.1.1 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคเก่า

ในยุคนั้นมีนักวิจัยหลายรายให้ความหมายของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนไว้ สามารถสรุปได้ว่าฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนเป็นผลรวมของค่าอรรถประโยชน์หรือค่าความพึงพอใจของแต่ละบุคคล โดยรูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคเก่า เป็นดังสมการที่ 3.4

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

เมื่อ W คือ ค่าฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

$U_i(x_i)$ คือ ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่มีต่อปัจจัย

p คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

x คือ ปัจจัย

ซึ่งฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคเก่านี้มีสมมติฐานไว้ 2 ลักษณะหลักเกี่ยวกับค่าอรรถประโยชน์ ดังนี้

- ค่าอรรถประโยชน์เป็นค่าซึ่งสามารถวัดได้
- ค่าอรรถประโยชน์เฉพาะของแต่ละคนสามารถทำการเปรียบเทียบได้ และรวมกันได้

ดังนั้น เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น จากสมการที่ 3.4 สามารถเขียนใหม่ได้ดังสมการที่ 3.5

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

เมื่อ λ_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ขึ้นไป และสามารถให้ค่าน้ำหนักนี้สำหรับผู้ตัดสินใจแต่ละคนไม่เท่ากันได้

$W(\lambda)$ คือ ค่าสำหรับกลุ่มคนที่รวมน้ำหนักความสำคัญ

โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในสมการที่ 3.5 เป็นการรวมค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละคนเข้าด้วยกัน และให้น้ำหนักความสำคัญกับค่าอรรถประโยชน์หรือให้น้ำหนักความสำคัญกับผู้ตัดสินใจทุกคนไว้ด้วย

3.3.1.2 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคใหม่

ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคใหม่สร้างขึ้นบนพื้นฐานซึ่งแสดงในรูปอรรถประโยชน์ที่เป็นจำนวนนับ (Cardinal number) สามารถแทนด้วยเส้นโค้งที่สร้างขึ้นจากวิธีการของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์

ในการหาคำตอบของปัญหาสามารถใช้น้ำหนักความสำคัญในการแก้ปัญหา โดยเลือกจำนวนที่มีปริมาณเพียงพอที่จำเป็นของเซตคำตอบที่กำหนดขึ้นเองเพื่อใช้เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญ จากนั้นทำการสร้างกราฟของค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละคน (ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก [26]) โดยสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 3.6

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

โดยที่ $\lambda_i > 0$ นั่นคือ ค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจทุกคนจะต้องมากกว่าศูนย์ และผู้ตัดสินใจทุกคนมีค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินใจเท่ากัน

ซึ่งการหาค่าฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในยุคใหม่นี้ จะทำการแก้ปัญหาการตัดสินใจกรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนโดยอาศัยรูปแบบดังสมการที่ 3.7

$$\text{maximize} \sum_{i=1}^{p} \Delta U_i(x) \tag{3.7}$$

โดยที่ ΔU_i คือ ค่าความแตกต่างของอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่มีต่อปัจจัย

โดยรูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคใหม่นี้นิยมใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องทางการเงิน การลงทุน หรือการตลาด ซึ่งจะใช้ประเมินจากผู้ตัดสินใจทุกคนก่อน จากนั้นนำไปทำการวิเคราะห์ทางการเงินต่อไป

3.3.1.3 ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบัน

ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบัน เป็นการรวมแนวความคิดของทั้ง 2 ยุคข้างต้น แต่จะแตกต่างกันตรงการให้น้ำหนักความสำคัญ โดยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบันนี้สามารถให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ผู้ตัดสินใจไม่เท่ากันได้ กล่าวคือผู้ตัดสินใจในองค์กรหนึ่งอาจจะมีคะแนนเสียงในการตัดสินใจมากหรือน้อยกว่าผู้ตัดสินใจคนอื่น ๆ ได้ ทำให้รูปแบบของการตัดสินใจมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น

ดังนั้น ในฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบันจะใช้การประมาณค่าอรรถประโยชน์ออกมาเป็นน้ำหนักความสำคัญที่สามารถรวมกันได้ โดยที่รูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนยุคปัจจุบันนี้มีรูปแบบดังสมการที่ 3.8

$$\sum_{i=1}^{p} \lambda_i U_i(x_i) \tag{3.8}$$

เมื่อ $U_i(x_i)$ คือ ค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่มีต่อปัจจัย

λ_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน

p คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

x คือ ปัจจัย

3.3.2 รูปแบบของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนสำหรับงานวิจัยนี้

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ทราบถึงความเป็นมาและรูปแบบของทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน โดยที่เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้งาน งานวิจัยนี้จะนำเสนอรูปแบบที่เป็นพื้นฐานของการนำไปใช้งานของฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ซึ่งรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ทำการตัดสินใจทุกคน โดยมีรูปแบบดังสมการที่ 3.9 [21]

$$(\max)\ \mathbf{U}(\mathbf{w}) = \sum_{k=1}^{q} w_i U_i \qquad (3.9)$$

เมื่อ **U** คือ ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

w คือ เวกเตอร์ของน้ำหนักความสำคัญ

w_i คือ น้ำหนักความสำคัญของแต่ละบุคคล

U_i คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของแต่ละบุคคล

q คือ จำนวนของบุคคลที่ทำการตัดสินใจ

อย่างไรก็ตามฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน (a social welfare function) ที่นำเสนอนี้มีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อพิจารณาอรรถประโยชน์ของบุคคลทั้งหมดที่ทำการตัดสินใจ

3.4 อภิปราย

ในการตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเพื่อยื่นประมูลจำเป็นต้องจัดการกับความไม่แน่นอนเพื่อทำให้ไม่เกิดปัญหาตามมา จึงได้นำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งเข้ามาช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าว โดยที่ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ อีกทั้งยังสามารถคำนวณและสามารถแสดงค่าผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลขได้ ทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยและง่ายต่อการวัด ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้มีรูปแบบพิเศษที่นิยมใช้คือ *ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย* (*Multi-attribute utility function*) และรูปแบบพิเศษนี้ยังมีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่นิยมใช้มากคือ *การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก* (*Weighted additive*) อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมานี้มักจะมีผู้ตัดสินใจหลายคน แต่ว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์มีข้อจำกัดในการคำนึงถึงผู้ตัดสินใจหลายคน เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรวบรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจทุกคนได้ ดังนั้นเพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้จะใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ร่วมกับฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนมาเป็นพื้นฐานทางทฤษฎีและแนวความคิดในการพัฒนาแบบจำลอง จากนั้นได้นำทฤษฎีและแนวความคิดข้างต้นไปใช้ โดยทำการออกแบบและสร้างแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ขึ้นซึ่งรายละเอียดของการออกแบบและสร้างแบบจำลองนี้จะอธิบายในบทถัดไป

บทที่ 4
การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

4.1 บทนำ

จากการทบทวนวรรณกรรมและการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อลดข้อจำกัดของแบบจำลองที่พบข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นำ*ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์* (*Theory of a utility function*) เข้ามาประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน และนำ*ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน* (*Theory of a social welfare function*) มาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อจำกัดของปัญหาการพิจารณากรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน

จากนั้นได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างขึ้น โดยกระบวนการของแบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในการประเมิน และประกอบด้วย 4 กระบวนการในการทำงานของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาแบบจำลองนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจ โดยที่กิจกรรมแรกพัฒนาบน Microsoft Excel และกิจกรรมที่สองพัฒนาโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัย จากนั้นจะเป็นส่วนของกระบวนการของแบบจำลองที่พัฒนา และโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดจะกล่าวในส่วนต่อไป

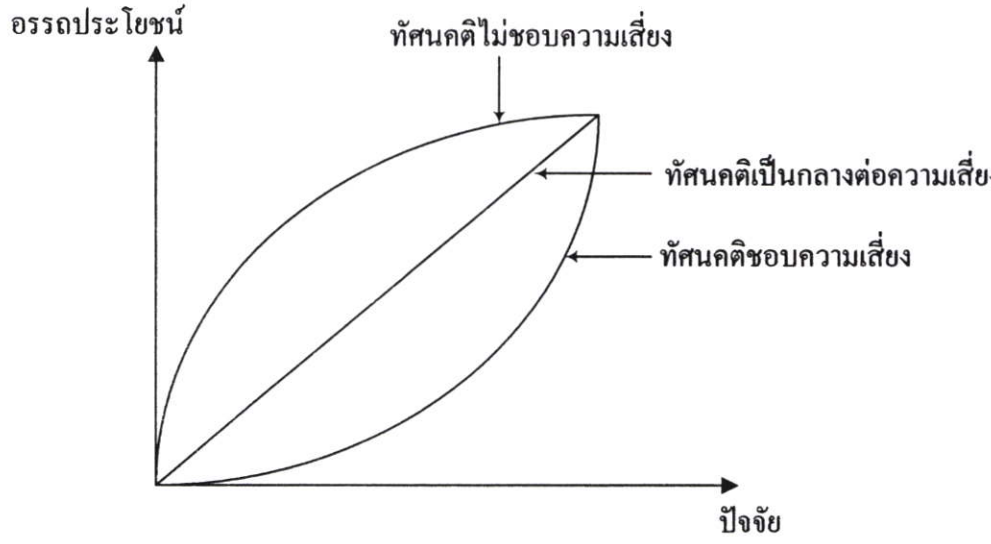
4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง

จากกรอบทฤษฎีที่ได้ในบทที่ 3 นั้นทำให้สามารถพัฒนาแนวความคิดสำหรับการพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ซึ่งสิ่งที่จะนำไปใช้งานประกอบด้วย*ทฤษฎีฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์* (*Theory of a utility function*) ที่นำเข้ามาประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน และ*ทฤษฎีฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน* (*Theory of a social welfare function*) ที่นำเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อจำกัดของปัญหาการพิจารณากรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน โดยจะอธิบายทีละส่วนเริ่มจากวิธีการวัดค่าอรรถประโยชน์ ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

4.2.1 วิธีการวัดค่าอรรถประโยชน์

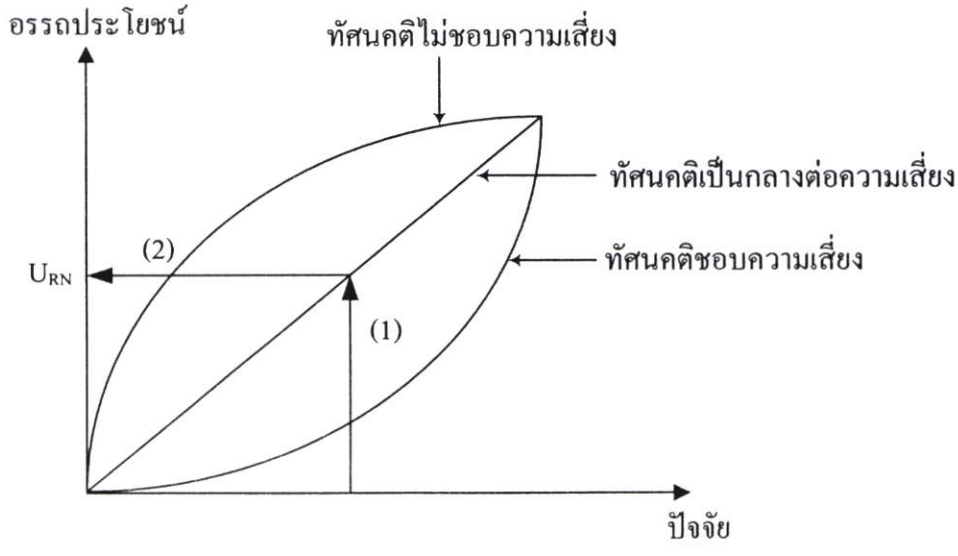
ทัศนคติของคนโดยทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ([23-25]) คือ (1) คนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง (Risk neutrality)

(2) คนที่มีทัศนคติที่ไม่ชอบความเสี่ยง (Risk aversion) และ (3) คนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง (Risk propensity) ดังแสดงในรูปที่ 4.1

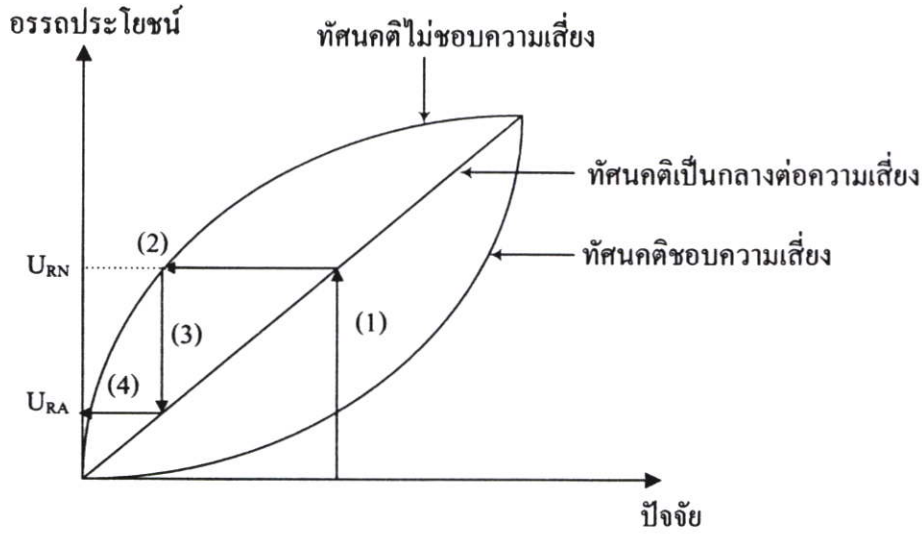


รูปที่ 4.1 แสดงทัศนคติของคนโดยทั่วไปที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

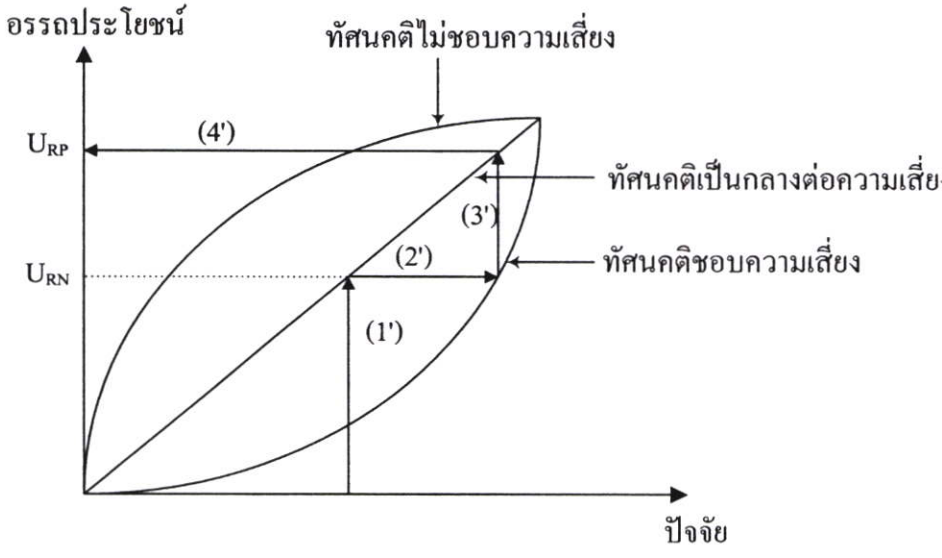
ถ้าไม่คำนึงถึงความเสี่ยง คนประเภทที่ 1 จะให้ค่าอรรถประโยชน์เท่ากับ U_{RN} ดังที่แสดงขั้นตอนการวัดในรูปที่ 4.2 โดยที่คนอีกสองประเภทจะให้ค่าอรรถประโยชน์ที่เบี่ยงเบนไปจากคนประเภทที่ 1 ซึ่งค่าความเบี่ยงเบนที่ต่ำกว่า U_{RN} มีผลมาจากทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง (เขียนแทนด้วย U_{RA}) การวัดค่าอรรถประโยชน์ของคนประเภทนี้มีขั้นตอนตามรูปที่ 4.3 ส่วนค่าความเบี่ยงเบนที่อยู่เหนือ U_{RN} มีผลมาจากทัศนคติชอบความเสี่ยง (เขียนแทนด้วย U_{RP}) การวัดค่าอรรถประโยชน์ของคนประเภทนี้มีขั้นตอนตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติเป็นกลางต่อความเสี่ยง



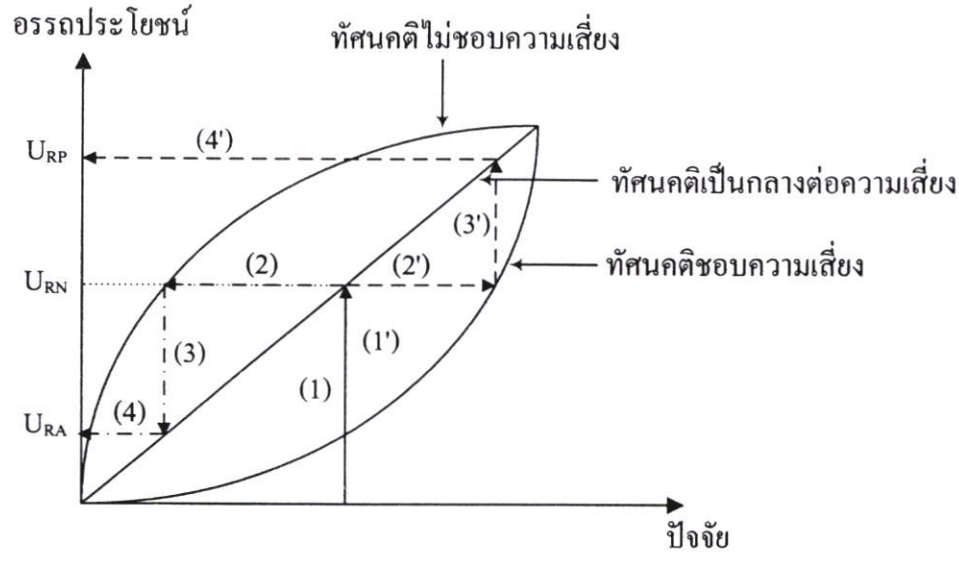
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติไม่ชอบความเสี่ยง



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์สำหรับคนที่มีทัศนคติชอบความเสี่ยง

จากขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์ของคนแต่ละประเภทที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ทำให้สามารถรวมการวัดค่าอรรถประโยชน์ของทั้ง 3 ทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนได้เป็นขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์ดังรูปที่ 4.5 โดยที่ค่าความเบี่ยงเบนนี้จะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ ระดับความรุนแรงของทัศนคติที่มีต่อความเสี่ยงของบุคคลนั้น ๆ ถ้าผู้ตัดสินใจเป็นคนอยู่ในประเภท

- ไม่ชอบความเสี่ยง ผู้ตัดสินใจควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่า U_{RN}
- ชอบความเสี่ยง ผู้ตัดสินใจควรจะให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าค่า U_{RN}



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการวัดค่าอรรถประโยชน์

เพื่อความง่ายในการให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับแต่ละปัจจัย ผู้ตัดสินใจแต่ละคนสามารถทำตามขั้นตอนดังนี้ (ดูเทียบเคียง [27])

(ก) คิดถึงค่าคะแนนของปัจจัยนั้น ๆ ของโครงการก่อสร้างที่กำลังพิจารณาที่ควรจะได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเสี่ยง

(ข) คิดถึงความเสี่ยงของการเลือกโครงการก่อสร้างที่กำลังพิจารณาโดยความเสี่ยงนี้มีผลมาจากสภาพเศรษฐกิจ สถานการณ์ทางการเมือง สภาพการแข่งขัน และอื่น ๆ

(ค) ให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยนั้น ๆ ตามทัศนคติของผู้ตัดสินใจที่มีต่อความเสี่ยง โดยถ้าผู้ตัดสินใจเป็นคนไม่ชอบความเสี่ยง ควรให้ค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่าค่าที่คิดไว้ในข้อ (ก) แต่ถ้าผู้ตัดสินใจเป็นคนชอบความเสี่ยง ควรให้ค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าค่าที่คิดไว้ในข้อ (ก)

ทั้งนี้ค่าอรรถประโยชน์ที่ได้ คือ ค่าที่ผ่านการวิเคราะห์ซึ่งแสดงปริมาณของค่าของปัจจัยสำหรับโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่งหลังจากที่พิจารณาถึงความเสี่ยงในการเลือกโครงการก่อสร้างโครงการนั้น

4.2.2 การประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

เพื่อความง่ายต่อการเข้าใจและนำไปใช้งาน ดังนั้น รูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่เลือกใช้คือ *การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันโดยถ่วงน้ำหนัก* (*Weighted additive*) ซึ่งสามารถเขียนได้เป็นสมการได้ดังสมการที่ 4.1

$$U_P = \sum_{i=1}^{N} w_i^{norm} U_i \qquad \text{สำหรับโครงการก่อสร้างทั้งหมด} \qquad (4.1)$$

เมื่อ w_i^{norm} คือ น้ำหนักปรับปรุงของแต่ละปัจจัยสำหรับการประเมินโครงการก่อสร้างของผู้ตัดสินใจแต่ละคนซึ่งคำนวณได้ จากสมการที่ 4.2

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

w_i คือ น้ำหนักของแต่ละปัจจัย

U_i คือ ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย

U_P คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจคนหนึ่ง

N คือ จำนวนของปัจจัยทั้งหมด

ส่วนแบบจำลองสำหรับกลุ่มคน ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ทำการตัดสินใจเอาไว้ในการพิจารณา กรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน สามารถเขียนเป็นรูปแบบได้ดังสมการที่ 4.3

$$\mathbf{U_P} = \sum_{k=1}^{q} w_k^{norm} U_{P_{kj}} \quad , j = 1, 2, 3, \ldots, L \qquad (4.3)$$

เมื่อ w_k^{norm} คือ น้ำหนักปรับปรุงของน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.4

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

$\mathbf{U_P}$ คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดซึ่งใช้ประเมินโครงการก่อสร้างรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน

$U_{P_{kj}}$ คือ ค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจคนที่ k สำหรับโครงการก่อสร้างที่ j

q คือ จำนวนของผู้ตัดสินใจทั้งหมด

L คือ จำนวนของโครงการก่อสร้างทั้งหมด

4.2.3 ตัวอย่างสมมติสำหรับอธิบายขั้นตอนการทำงานและการคำนวณของแบบจำลอง

● ในการทำงานของแบบจำลองหลังจากที่ผู้ใช้ใส่ข้อมูลในการคัดเลือกโครงการแล้ว แบบจำลองจะนำไปสู่การเลือกปัจจัย และน้ำหนักความสำคัญ โดยปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญนี้แบบจำลองก็ได้มีการแนะนำไว้ให้กับผู้ตัดสินใจ ดังนี้ "ลักษณะของโครงการ", 40% "เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ", 10% "ลักษณะขององค์กร", 25% "ทรัพยากร", 20% และ "สภาพแวดล้อม", 5% อย่างไรก็ตามผู้ตัดสินใจสามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยได้ตามต้องการ เช่น ตัวอย่างในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญโดยผู้ตัดสินใจ 2 คน

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนักจากผู้ตัดสินใจคนที่ 1, %	น้ำหนักปรับปรุงจากผู้ตัดสินใจคนที่ 1, %	น้ำหนักจากผู้ตัดสินใจคนที่ 2, %	น้ำหนักปรับปรุงจากผู้ตัดสินใจคนที่ 2, %
1	ลักษณะของโครงการ	45	43	49	47
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	20	19	27	25
3	ลักษณะขององค์กร	16	16	12	11
4	ทรัพยากร	13	13	11	10
5	สภาพแวดล้อม	9	9	8	7

ในตารางที่ 4.1 การหาค่าน้ำหนักปรับปรุงจากผู้ตัดสินใจแต่ละคนที่แสดงอยู่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 4.2

● กระบวนการวัดปัจจัย ผู้ตัดสินใจต้องให้ค่าอรรถประโยชน์ระหว่าง 1 ถึง 10 (1 หมายถึงค่าอรรถประโยชน์ต่ำมาก ๆ และ 10 หมายถึง ค่าอรรถประโยชน์สูงมาก ๆ) สำหรับทุก ๆ ปัจจัยและสำหรับโครงการก่อสร้างทั้งหมด ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าอรรถประโยชน์ที่ให้โดยผู้ตัดสินใจ 2 คน

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจ คนที่ 1			อรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจ คนที่ 2		
		โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C	โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C
1	ลักษณะของโครงการ	9	8	9	9	9	9
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	9	8	9	9	8	9
3	ลักษณะขององค์กร	8	8	7	9	9	7
4	ทรัพยากร	8	8	7	8	9	8
5	สภาพแวดล้อม	8	8	8	9	9	9

- การคำนวณอรรถประโยชน์รวมของโครงการก่อสร้างแต่ละโครงการสำหรับผู้ตัดสินใจแต่ละคน สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 4.1 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสำหรับผู้ตัดสินใจ 2 คน

ปัจจัย	ผู้ตัดสินใจคนที่ 1				ผู้ตัดสินใจคนที่ 2			
	น้ำหนัก, w^{norm} %	อรรถประโยชน์รวม, $w_i^{norm}U_i$			น้ำหนัก, w^{norm} %	อรรถประโยชน์รวม, $w_i^{norm}U_i$		
		$w_1^{norm}U_1$ ของA	$w_2^{norm}U_2$ ของ B	$w_3^{norm}U_3$ ของ C		$w_1^{norm}U_1$ ของA	$w_2^{norm}U_2$ ของ B	$w_3^{norm}U_3$ ของ C
ลักษณะของโครงการ	43	3.9	3.4	3.9	47	4.2	4.2	4.2
เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	19	1.7	1.5	1.7	25	2.3	2	2.3
ลักษณะขององค์กร	16	1.3	1.3	1.1	11	1	1	0.8
ทรัพยากร	13	1	1	0.9	10	0.8	0.9	0.8
สภาพแวดล้อม	9	0.7	0.7	0.7	7	0.6	0.6	0.6
$\sum_{i=1}^{N} w_i^{norm} U_i$		8.6	7.9	8.3		8.9	8.7	8.7

- กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ โดยต้องให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ระหว่าง 1 ถึง 10 (1 หมายถึง ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจต่ำมาก ๆ และ 10 หมายถึง ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสูงมาก ๆ) สำหรับผู้ตัดสินใจทุก ๆ คน จากนั้นแบบจำลองก็จะทำการคำนวณ

น้ำหนักปรับปรุงของน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคน โดยใช้สมการที่ 4.4 เช่นตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ 2 คน

ลำดับที่	ผู้ตัดสินใจ	ค่าน้ำหนักที่ให้	ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ
1	ผู้ตัดสินใจคนที่ 1	8	0.62
2	ผู้ตัดสินใจคนที่ 2	5	0.38

- การคำนวณอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจทุกคนสำหรับการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง โดยใช้สมการที่ 4.3 ซึ่งค่าต่าง ๆ จากขั้นตอนก่อนหน้านี้จะถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณค่าของโครงการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (ผู้ตัดสินใจในตัวอย่างนี้มี 2 คน และหลังจากคำนวณจะนำค่าคงที่ ซึ่งเท่ากับ 10 คูณ เพื่อปรับคุณค่าของโครงการรวมให้มีคะแนนเต็ม 100)

คุณค่าของโครงการ A จากผู้ตัดสินใจทุกคน = [(0.62 x 8.6) + (0.38 x 8.9)] x 10
= 87.2

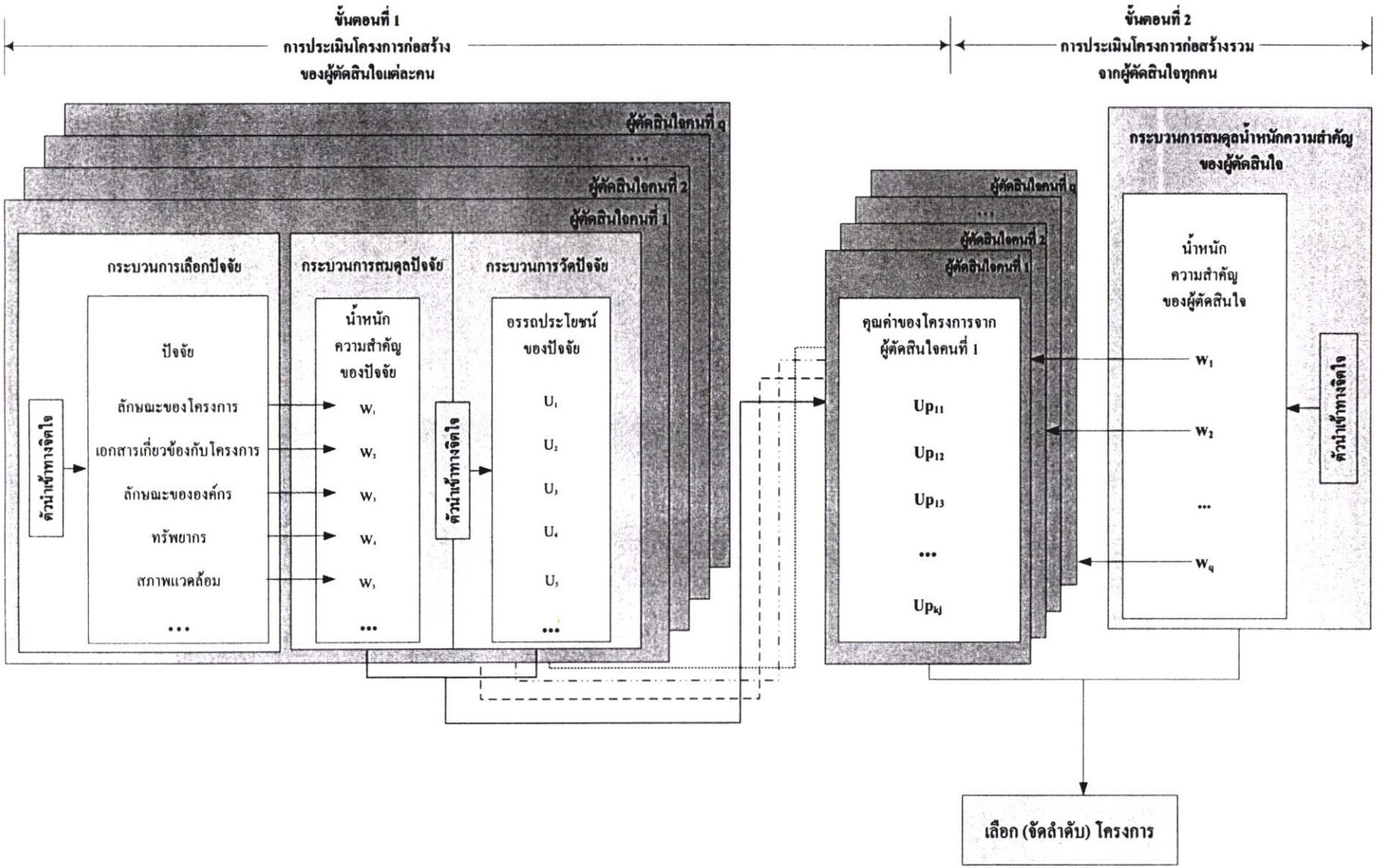
คุณค่าของโครงการ B จากผู้ตัดสินใจทุกคน = [(0.62 x 7.9) + (0.38 x 8.7)] x 10
= 82.0

คุณค่าของโครงการ C จากผู้ตัดสินใจทุกคน = [(0.62 x 8.3) + (0.38 x 8.7)] x 10
= 84.5

- เลือก (จัดลำดับ) โครงการก่อสร้างจากคุณค่าของโครงการที่ประเมินได้จากโครงการทุกโครงการ โดยพิจารณารวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน

4.3 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

จากการพัฒนาแบบจำลองโดยอาศัยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ได้แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการประเมิน 2 ขั้นตอน สามารถแบ่งได้เป็น 4 กระบวนการ ซึ่งมีกระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างดังรูปที่ 4.6 และมีรายละเอียดดังนี้ [28]



รูปที่ 4.6 กระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

- ขั้นตอนที่ 1 คือ การประเมินโครงการก่อสร้างของผู้ตัดสินใจแต่ละคน (ประกอบด้วย 3 กระบวนการ) โดยมีกระบวนการดังนี้
  - กระบวนการเลือกปัจจัย: ในกระบวนการนี้ปัจจัยพร้อมน้ำหนักความสำคัญจะถูกแนะนำให้กับผู้ตัดสินใจ ดังนี้ "ลักษณะของโครงการ", 40% "เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ", 10% "ลักษณะขององค์กร", 25% "ทรัพยากร", 20% และ "สภาพแวดล้อม", 5% อย่างไรก็ตามผู้ตัดสินใจสามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญได้ตามต้องการ
  - กระบวนการสมดุลปัจจัย: แบบจำลองจะแนะนำน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย (ดูได้ในกระบวนการก่อนหน้า) โดยน้ำหนักความสำคัญนี้ได้มาจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริง อย่างไรก็ตามผู้ตัดสินใจสามารถเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญได้ตามความพึงพอใจ แล้วแบบจำลองจะทำการปรับปรุงน้ำหนักความสำคัญ (ทำให้ผลรวมของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 100%) โดยใช้สมการที่ 4.2
  - กระบวนการวัดปัจจัย: ผู้ตัดสินใจต้องให้ค่าอรรถประโยชน์ระหว่าง 1 ถึง 10 (1 หมายถึง ค่าอรรถประโยชน์ต่ำมาก ๆ และ 10 หมายถึง ค่าอรรถประโยชน์สูงมาก ๆ) สำหรับทุก ๆ ปัจจัยและสำหรับโครงการก่อสร้างทั้งหมด หลังจากนั้นแบบจำลองจะทำการคำนวณค่าอรรถประโยชน์รวม (U_p) โดยใช้สมการที่ 4.1 เมื่อผู้ตัดสินใจประเมินค่าอรรถประโยชน์ที่คำนวณได้แล้วไม่พึงพอใจ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจาก *ความอยู่กับร่องกับรอย* (*Consistency*) ของผู้ตัดสินใจที่ค่อนข้างต่ำ ผู้ตัดสินใจสามารถกลับไปปรับเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์สำหรับปัจจัยต่าง ๆ ได้ตามความพึงพอใจ

- ขั้นตอนที่ 2 คือ การประเมินโครงการก่อสร้างรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน (ประกอบด้วย 1 กระบวนการ) โดยมีกระบวนการดังนี้
  - กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ: ในกระบวนการนี้ผู้ตัดสินใจทุกคนในองค์กรที่ทำการคัดเลือกโครงการก่อสร้างต้องตกลงกันเพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับตนเอง โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจมีค่าระหว่าง 1 ถึง 10 (1 หมายถึง ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจต่ำมาก ๆ และ 10 หมายถึง ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสูงมาก ๆ) แล้วแบบจำลองจะทำการปรับปรุงน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจทุกคน (ทำให้ผลรวมของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 100%) โดยใช้สมการที่ 4.4 หลังจากนั้นแบบจำลองจะคำนวณค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดของโครงการก่อสร้างทั้งหมดจากผู้ตัดสินใจทุกคน ($\mathbf{U_p}$) โดยใช้สมการที่ 4.3

โครงการก่อสร้างที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดมากที่สุดจะเป็นโครงการก่อสร้างที่ควรยื่นประมูลมากที่สุด และค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสามารถใช้จัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อให้ผู้รับเหมาพิจารณาในการยื่นประมูลต่อไป

4.4 การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ ได้วางลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองตามแผนภาพในรูปที่ 4.7 เพื่อช่วยในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง โดยรายละเอียดของลำดับขั้นตอนการทำงานมีดังนี้

- เริ่มต้นด้วยการกำหนดสถานการณ์ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ซึ่งให้ผู้ใช้ระบุข้อมูลผู้ใช้ วันที่ทำการตัดสินใจ วัตถุประสงค์ขององค์กร กำหนดจำนวนพร้อมชื่อผู้ตัดสินใจ กำหนดจำนวนพร้อมชื่อและประเภทของโครงการก่อสร้าง หากต้องการแก้ไขก็สามารถกลับไปแก้ไขได้

- ลำดับที่ 2 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินแก่ผู้ตัดสินใจ ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ให้ผู้ตัดสินใจทุกคนมีค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินใจเท่ากัน และกรณีที่ 2 ผู้ตัดสินใจแต่ละคนมีค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินใจไม่เท่ากัน โดยกรณีนี้จะต้องทำการป้อนค่าน้ำหนักความสำคัญในการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งทั้ง 2 กรณีนี้แบบจำลองจะทำการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจเก็บไว้

- ลำดับที่ 3 แบบจำลองจะแสดงปัจจัยที่เกี่ยวของกับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างพร้อมทั้งน้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ โดยแบบจำลองจะมีทางเลือกให้เลือกอยู่ 3 กรณี ดังนี้

    - กรณีที่ 1: ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ
    - กรณีที่ 2: ยอมรับปัจจัยแต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย ในกรณีนี้ผู้ตัดสินใจเลือกที่จะยอมรับปัจจัยที่แนะนำแต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญ โดยแบบจำลองได้สร้างน้ำหนักไว้ให้ผู้ตัดสินใจเลือกอยู่ที่ -20% ถึง +20% ของน้ำหนักแนะนำ ซึ่งช่วงน้ำหนักดังกล่าวกำหนดขึ้นโดยดุลยพินิจของผู้เขียน เนื่องจากต้องการควบคุมไม่ให้ผู้ตัดสินใจสามารถเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย จนได้คำตอบที่ดีที่สุดเป็นโครงการที่ต้องการตั้งแต่แรก จากนั้นแบบจำลองจะทำการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่อไป
    - กรณีที่ 3: เปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ กรณีนี้แบบจำลองจะยอมให้ผู้ตัดสินใจเปลี่ยนแปลงได้ทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย แต่ปัจจัยที่

ถูกเลือกจะต้องมีผู้ตัดสินใจคนอื่น ๆ เลือกด้วย โดยหากปัจจัยตัวใดถูกเลือกน้อย คือ มีผู้ตัดสินใจเลือกปัจจัยตัวดังกล่าวไม่ถึงครึ่ง หรือ 50% ของจำนวนผู้ตัดสินใจทั้งหมด ปัจจัยตัวนั้นจะถูกตัดทิ้งไม่นำมาพิจารณา จากนั้นผู้ตัดสินใจก็ทำการให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยที่ได้เลือกไว้ทั้งหมด และแบบจำลองก็จะทำการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยให้เอง

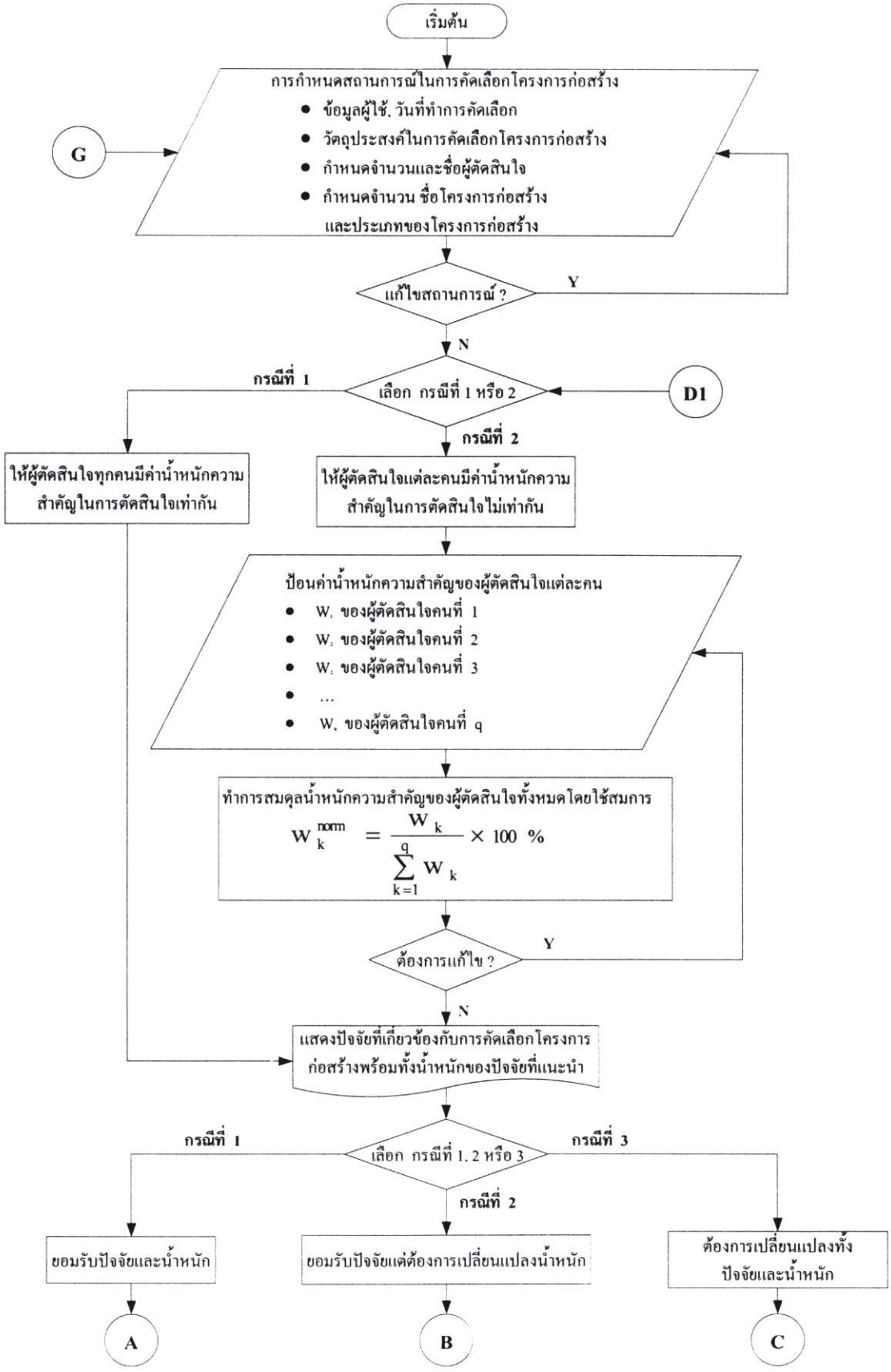
- ลำดับที่ 4 ผู้ตัดสินใจทำการให้ค่าอรรถประโยชน์แก่ปัจจัยที่เลือกไว้สำหรับโครงการก่อสร้างทั้งหมด โดยหากผู้ตัดสินใจต้องการทราบถึงความหมายและวิธีการวัดค่าอรรถประโยชน์ (รายละเอียดดูได้ในหัวข้อ 4.2.1) ก็สามารถให้แบบจำลองแสดงให้ดูได้

- ลำดับที่ 5 หลังจากแบบจำลองได้รับ*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (*Subjective inputs*) ทั้งหมดจากผู้ตัดสินใจแล้ว แบบจำลองก็จะสามารถแสดงความพึงพอใจที่มีต่อโครงการก่อสร้างทั้งหมดรวมทั้งจัดลำดับโครงการก่อสร้างทั้งหมดของผู้ตัดสินใจคนนั้นและผู้ตัดสินใจที่ได้ให้ค่า*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ทั้งหมดแล้วได้ และเมื่อแบบจำลองได้รับ*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ทั้งหมดจากผู้ตัดสินใจทุกคนแล้วก็จะสามารถประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างทั้งหมดและจัดลำดับโครงการก่อสร้างทั้งหมดของผู้ตัดสินใจทุกคนได้ ซึ่งหากผู้ตัดสินใจไม่พอใจในคำตอบหรือต้องการแก้ไขก็สามารถเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์ได้

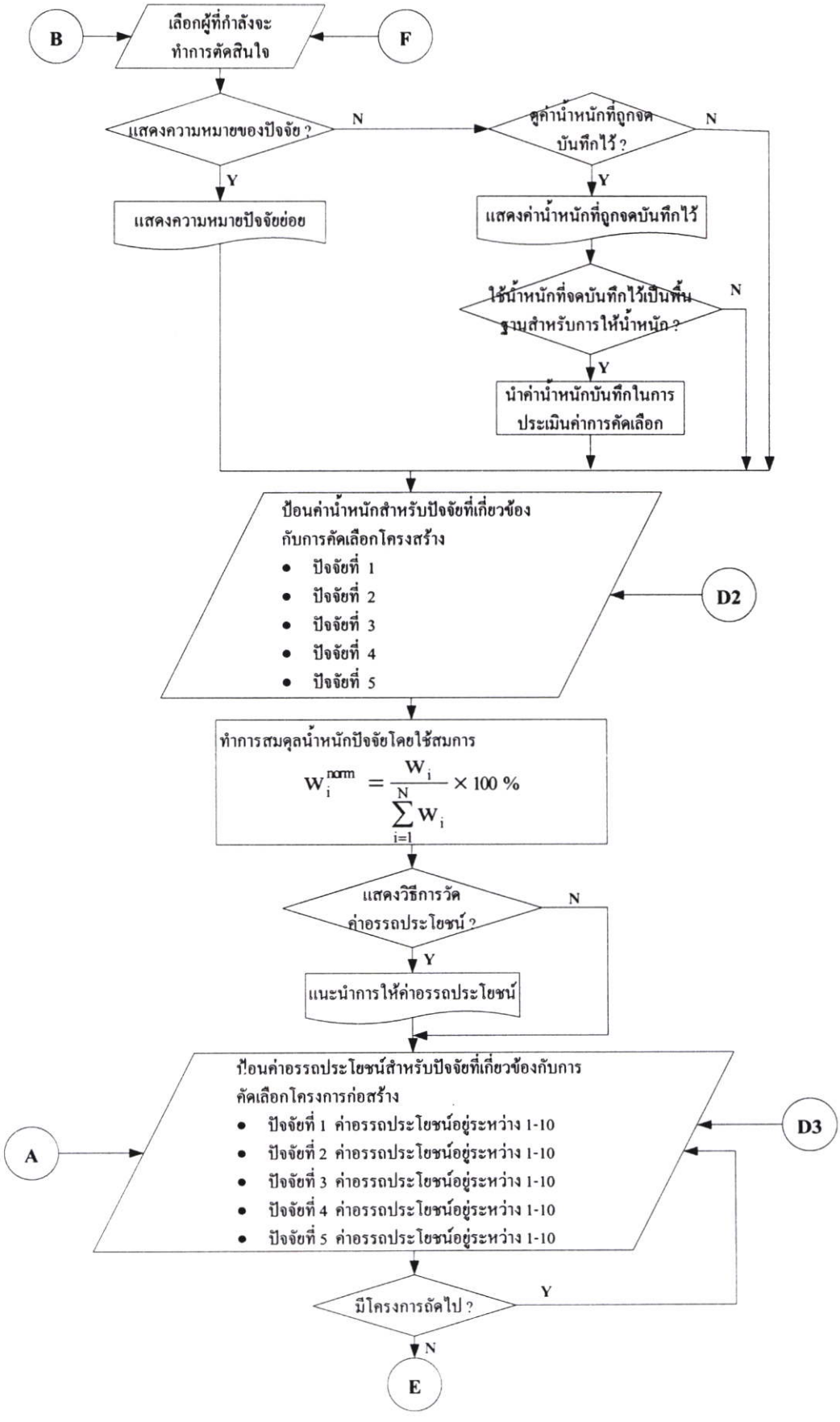
- ลำดับที่ 6 แบบจำลองจะทำการแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดและจัดลำดับของโครงการก่อสร้างทั้งหมด โดยที่แบบจำลองสามารถแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจทุกคนที่มีต่อโครงการก่อสร้างทั้งหมดและปัจจัยทั้งหมดได้ อีกทั้งยังสามารถจัดลำดับของโครงการก่อสร้างทั้งหมดและปัจจัยทั้งหมดได้อีกด้วย

- ลำดับสุดท้ายเป็นการรายงานผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง โดยผู้ตัดสินใจสามารถเลือกการแสดงผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างได้ทั้งการแสดงค่าอรรถประโยชน์รวมของผู้ตัดสินใจทุกคนที่มีต่อโครงการก่อสร้างทั้งหมดและปัจจัยทั้งหมดได้ หรือการสามารถจัดลำดับของโครงการก่อสร้างทั้งหมดและปัจจัยทั้งหมดก็ได้ จากนั้นก็สามารถพิมพ์ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างออกมาได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเอาไว้ได้ (ส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้เขียนตั้งใจไว้พัฒนาต่อไป) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างต่อไปในอนาคต

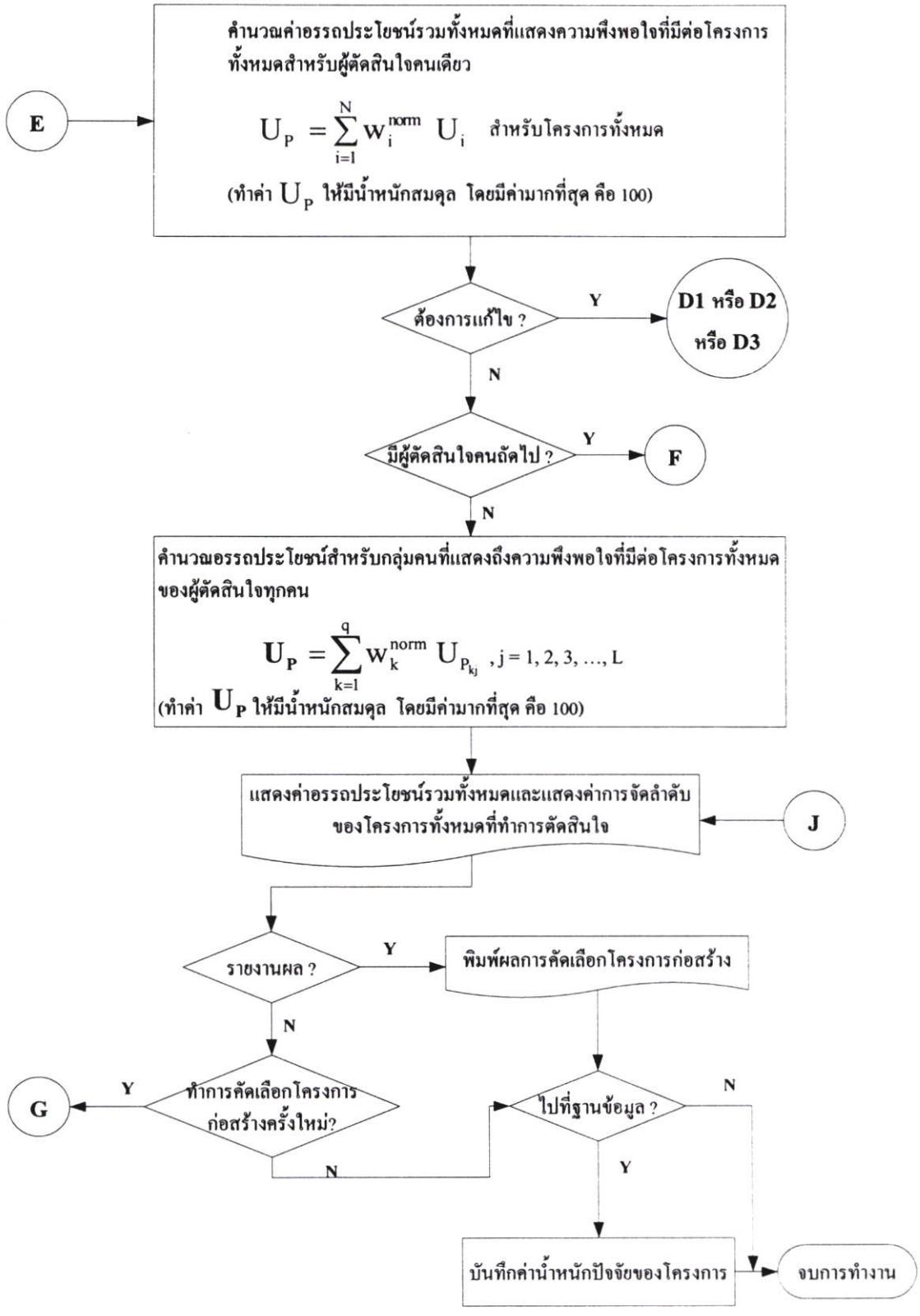
อย่างไรก็ตามในส่วนนี้เป็นเพียงการวางลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง สำหรับโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนั้นจะนำเสนออยู่ในส่วนถัดไป



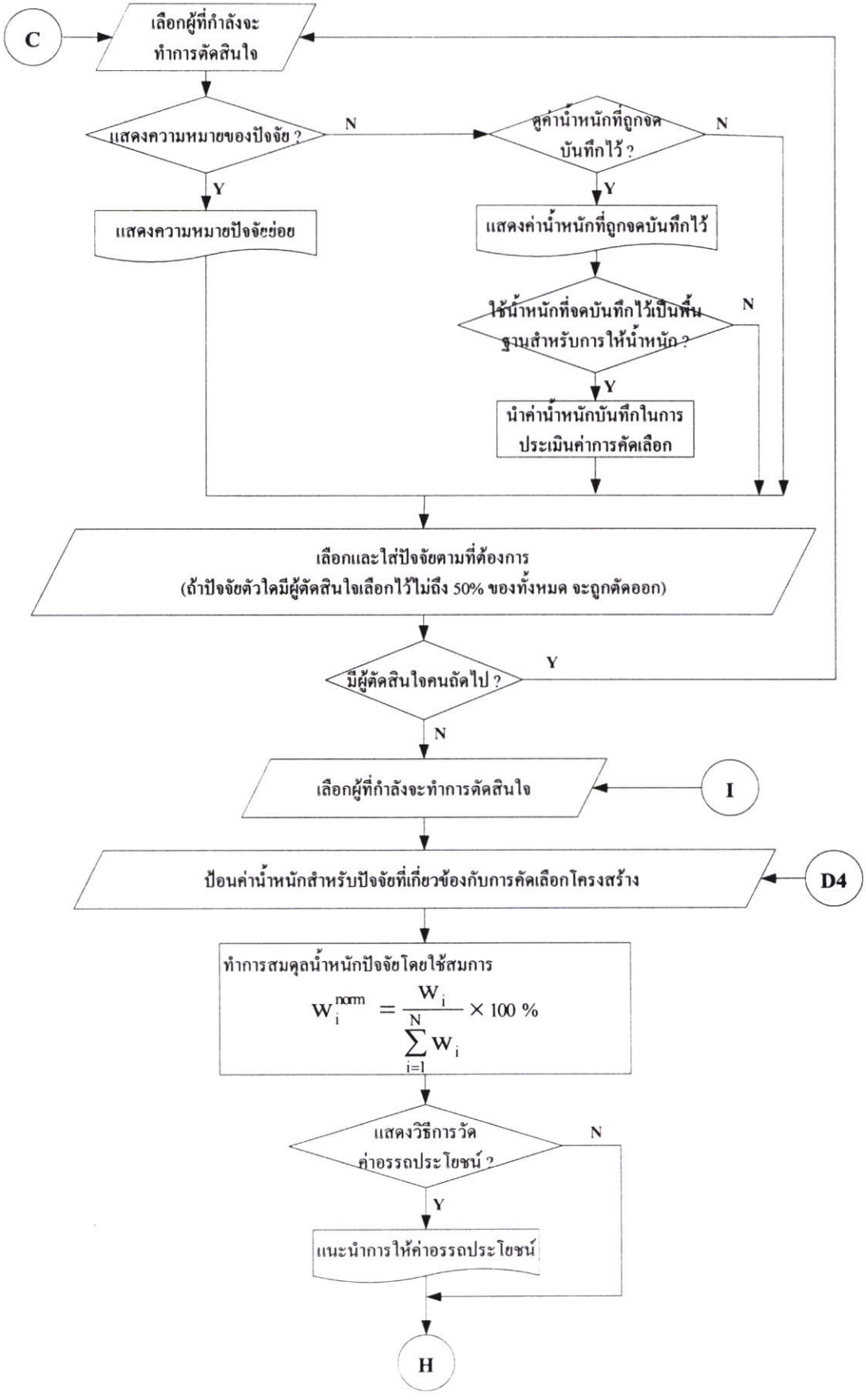
รูปที่ 4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง



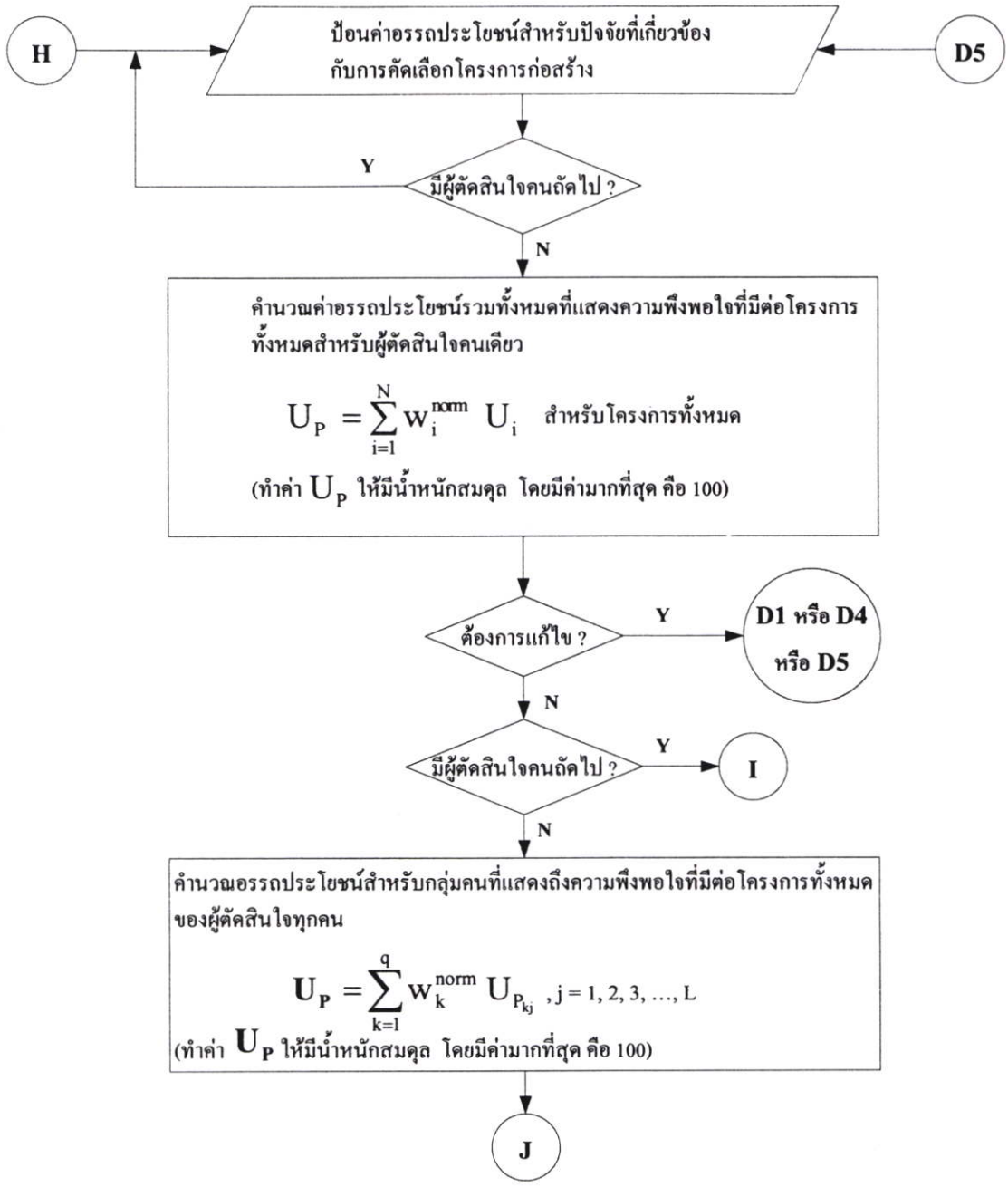
รูปที่ 4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง (ต่อ)



รูปที่ 4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง (ต่อ)



รูปที่ 4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง (ต่อ)

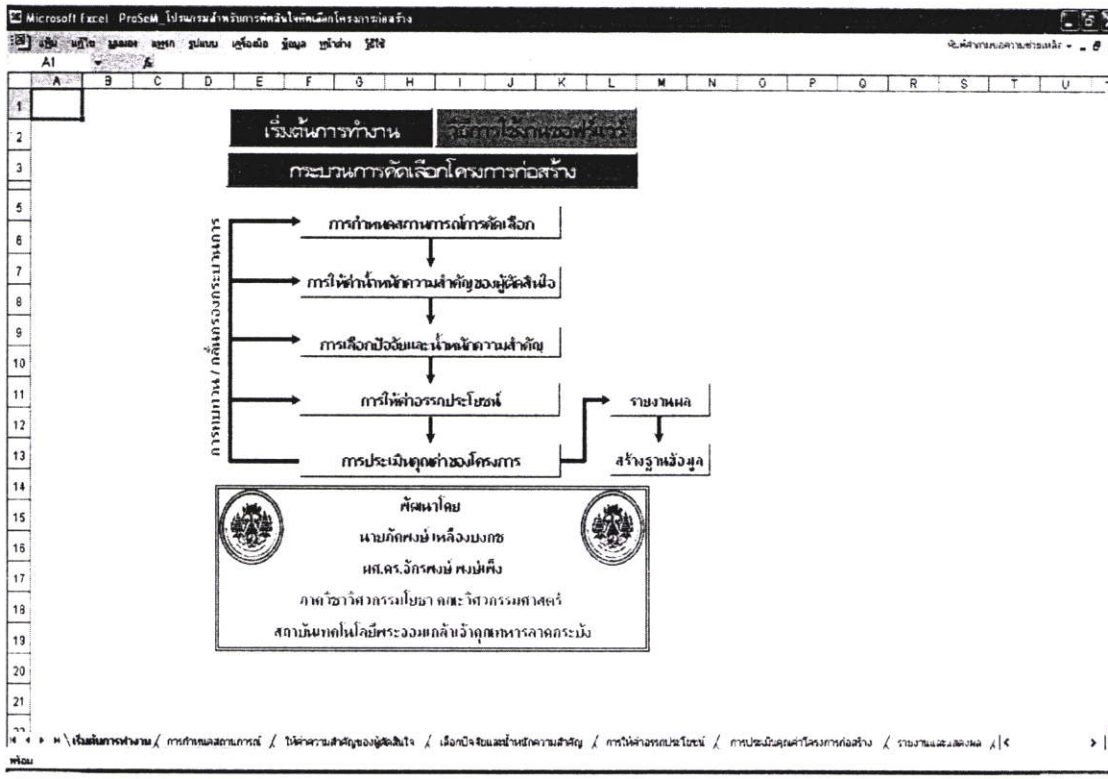


รูปที่ 4.7 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง (ต่อ)

4.5 โปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

จากกระบวนการและขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองในส่วนก่อนหน้านี้ ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมสำหรับแบบจำลองโดยใช้ Microsoft Excel กับ Visual Basic for Application (VBA) สำหรับ Microsoft Excel มีข้อดีในด้านความสามารถในการคำนวณสูงและการรายงานผลที่

ดี อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมที่คนส่วนใหญ่รู้จักเป็นอย่างดีทำให้ง่ายต่อการเข้าถึง ส่วน VBA เป็นโปรแกรมเสริมที่มีอยู่ใน Excel อยู่แล้ว ซึ่งใช้สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้ โดยผ่าน *UserForms* โดยมีเครื่องมือในการควบคุม (เช่น *CommandButton* และ *ListBox*) ที่ดี และค่อนข้างง่าย ซึ่งจะช่วยแลกเปลี่ยนหรือรับข้อมูลจาก ทางเลือกหรือความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจ และนำข้อมูลที่ได้ไปเชื่อมต่อกับแผ่นงานใน Excel เพื่อทำการคำนวณ (รายละเอียดของ VBA สามารถดูได้จาก Walkenbach [29]) ดังนั้นในการพัฒนาแบบจำลองนี้จึงประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจ กิจกรรมแรกพัฒนาบน Microsoft Excel และกิจกรรมที่สองพัฒนาโดยใช้ VBA สำหรับโปรแกรมของแบบจำลองสามารถแสดงได้เป็นขั้นตอน ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับต่อไป โดยเริ่มดูจากรูปที่ 4.8 เป็นหน้าแรกของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง



รูปที่ 4.8 หน้าแรกของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การกำหนดสถานการณ์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- การเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

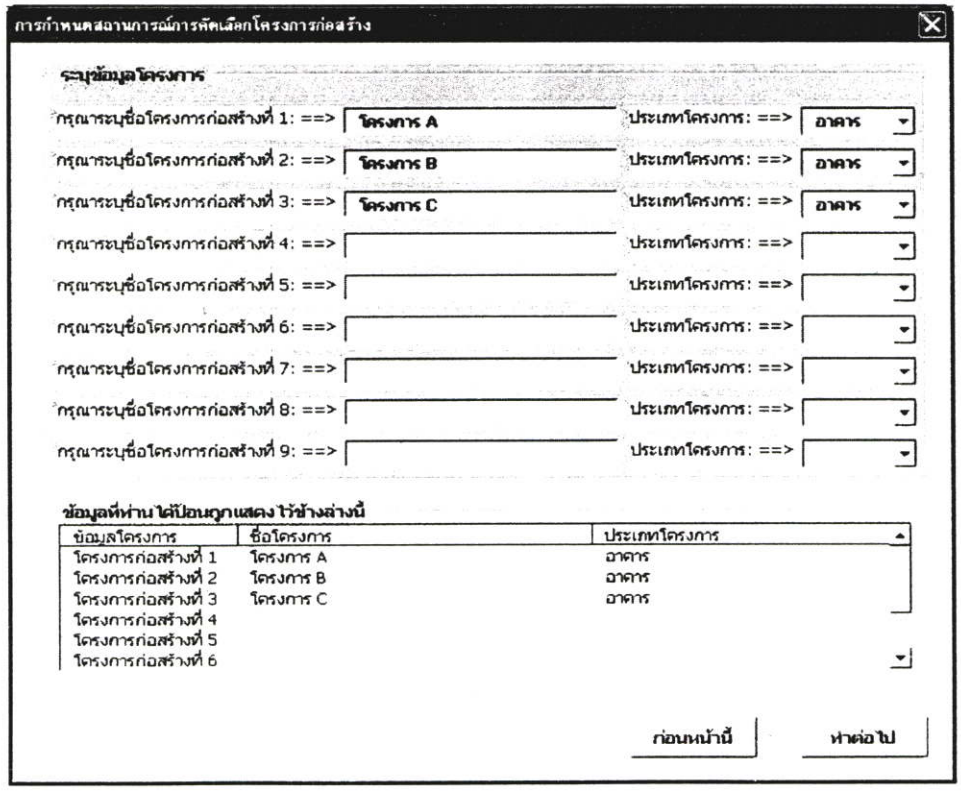
- การให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- การประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างทั้งหมด
- การรายงานผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- การสร้างฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ถัดจากนี้ไปจะเป็นรายละเอียดของขั้นตอนในโปรแกรมสำหรับแบบจำลองทีละขั้นตอน โดยจะแสดงพร้อมรูปประกอบ

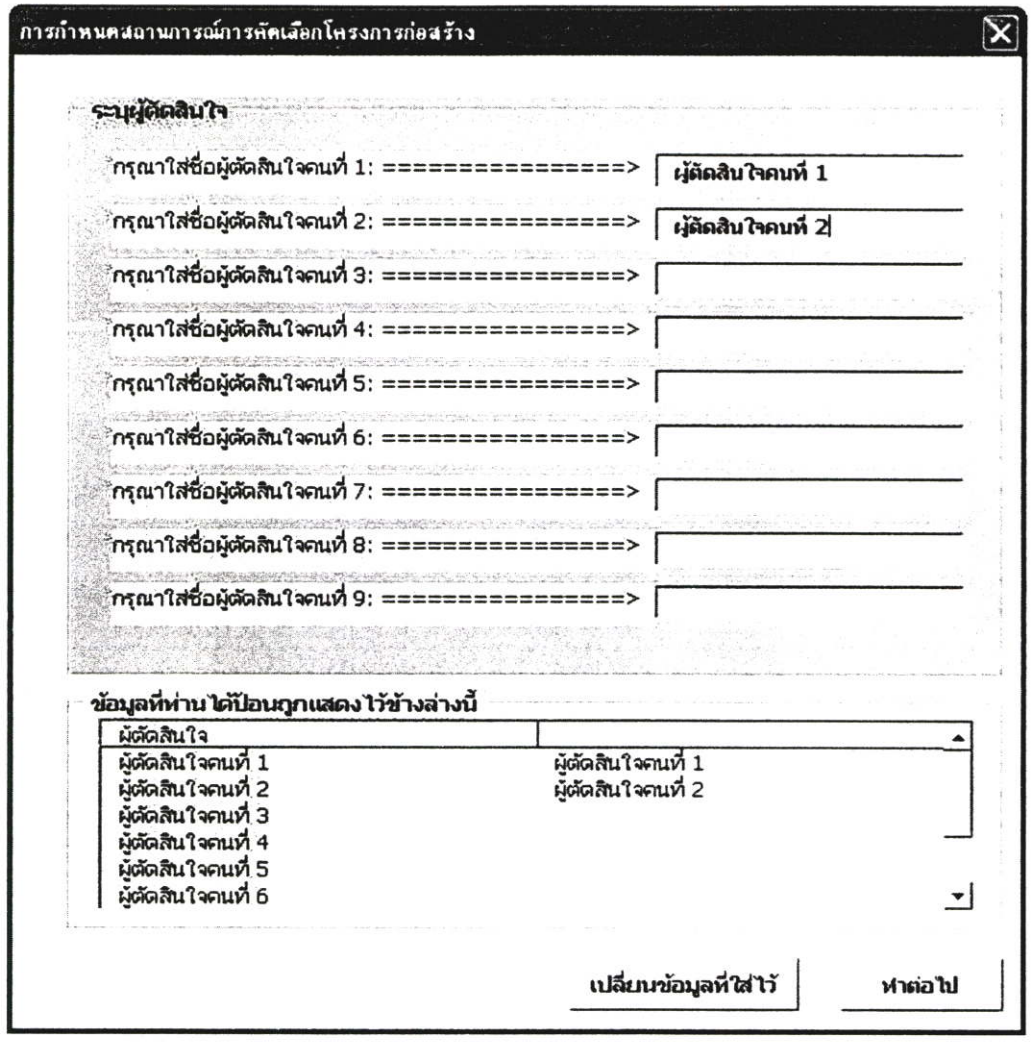
4.5.1 การกำหนดสถานการณ์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ต้องการดังนี้

- ข้อมูลผู้ใช้ และวันที่ทำการคัดเลือก
- วัตถุประสงค์ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง
- กำหนดจำนวน ชื่อและประเภทของโครงการก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.9 (มีโครงการก่อสร้างที่พิจารณาได้มากที่สุด 9 โครงการ)
- กำหนดจำนวนและชื่อผู้ตัดสินใจ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 (มีผู้ตัดสินใจได้มากที่สุด 9 คน)



รูปที่ 4.9 การกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับข้อมูลของโครงการก่อสร้าง

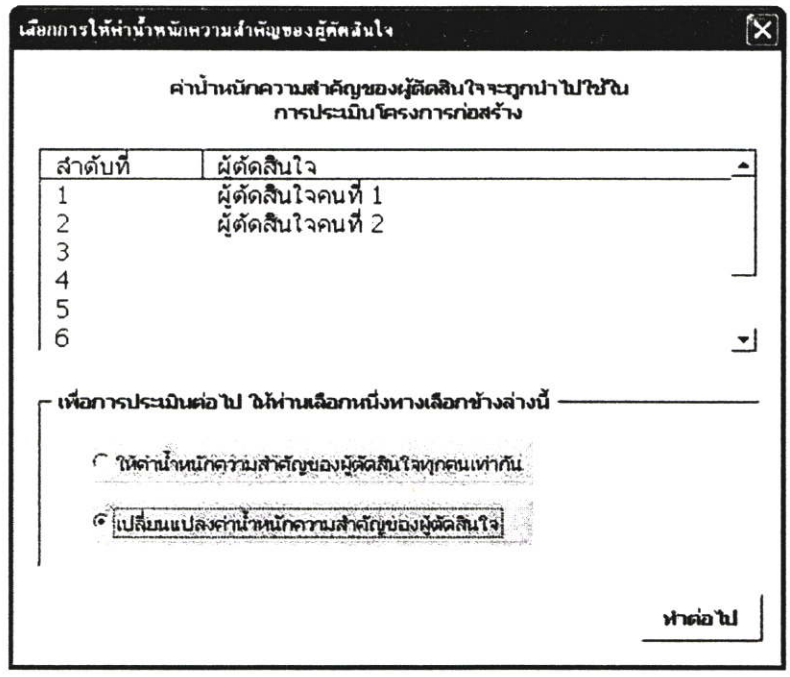


รูปที่ 4.10 การกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับข้อมูลของผู้ตัดสินใจ

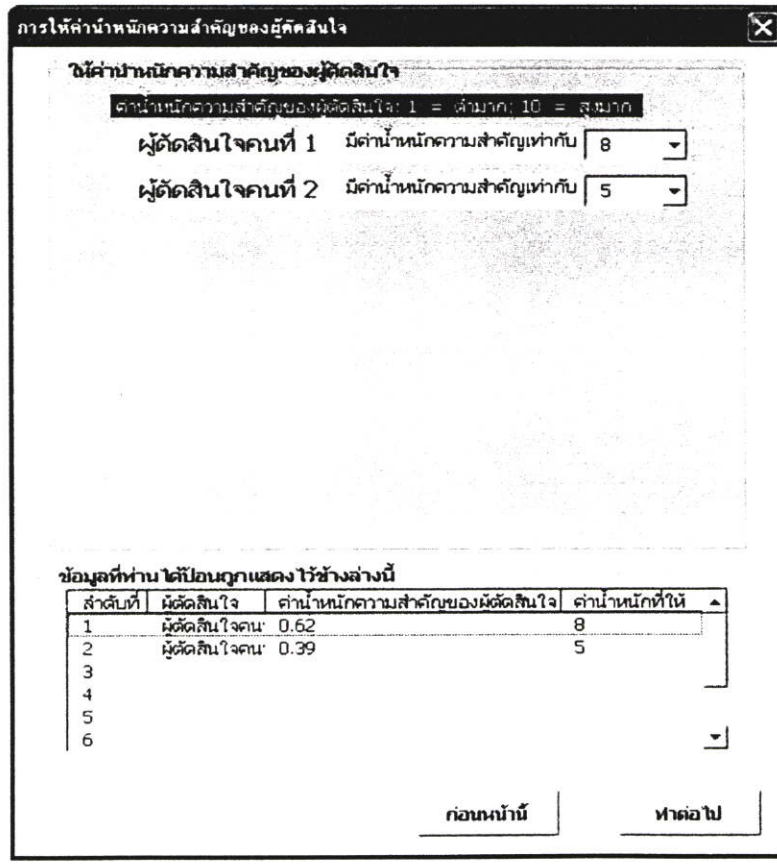
4.5.2 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

หลังจากทำการกำหนดสถานการณ์แล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นขั้นตอนการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ โดยในขั้นตอนนี้จะมีทางเลือกในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจอยู่ 2 ทางเลือก ดังนี้ (ดังรูปที่ 4.11)

- ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจทุกคนเท่ากัน ซึ่งถ้าหากเลือกทางเลือกนี้โปรแกรมจะนำท่านไปสู่ขั้นตอนถัดไป
- เปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ซึ่งอาจจะกำหนดให้ไม่เท่ากันก็ได้ โดยให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจทุกคน แล้วโปรแกรมจะทำการปรับปรุงน้ำหนักแสดงไว้ข้างล่าง ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 เมนูทางเลือกในการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ

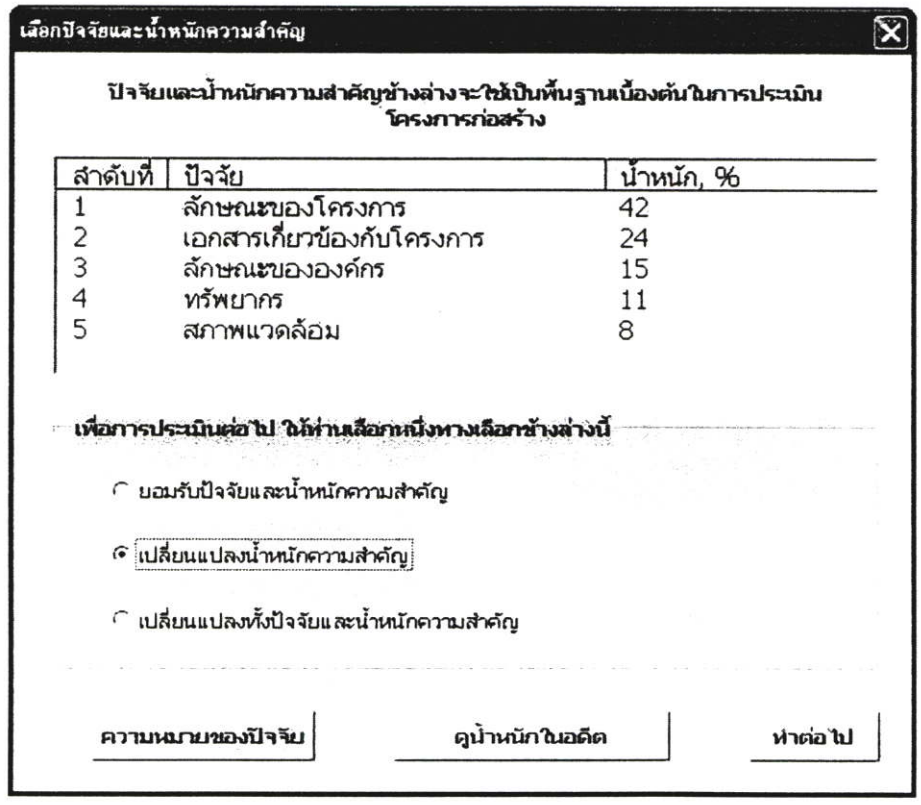


รูปที่ 4.12 เมนูการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ และทำการสมดุลน้ำหนัก

4.5.3 การเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

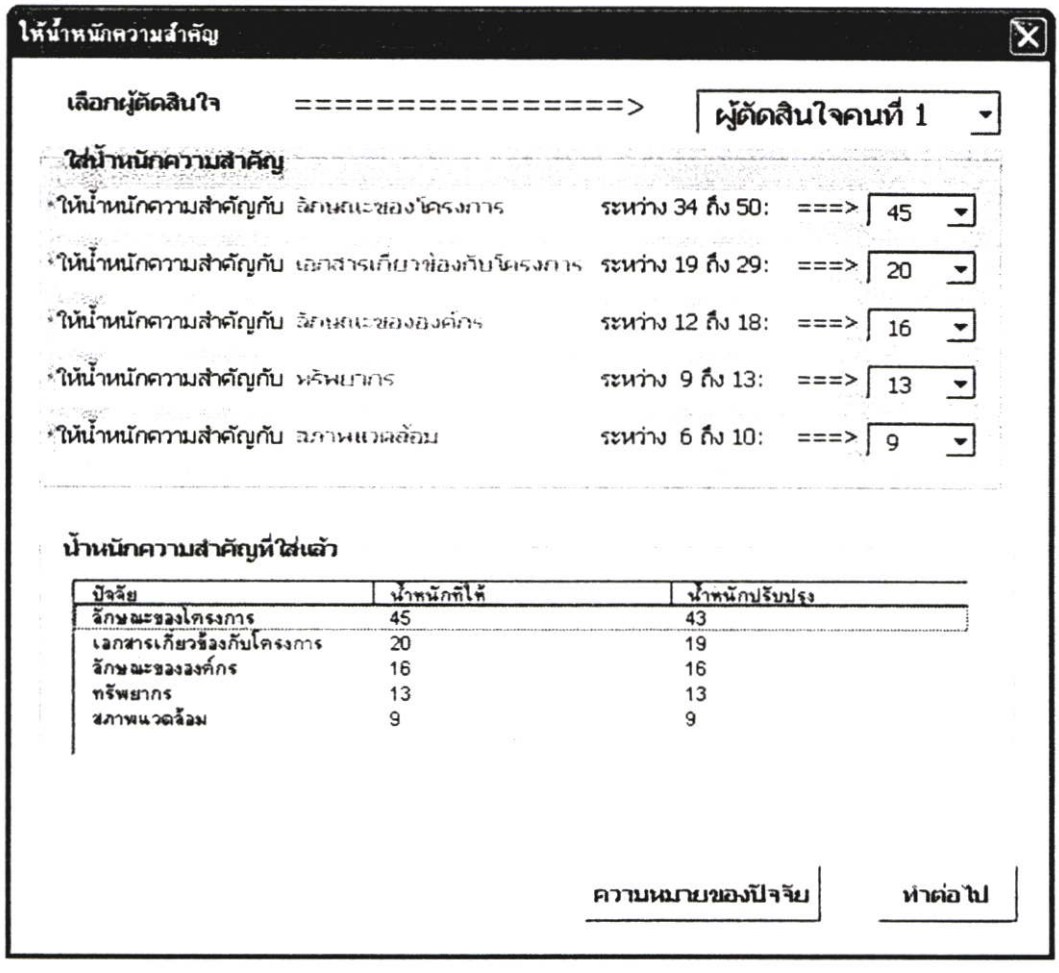
แบบจำลองจะแสดงปัจจัยที่เกี่ยวของกับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างพร้อมทั้งน้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ โดยแบบจำลองจะมีทางเลือกให้เลือกอยู่ 3 กรณี ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งแต่กรณีการทำงานของโปรแกรมก็จะแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักของปัจจัยที่แนะนำ หากเลือกกรณีนี้โปรแกรมจะนำผู้ใช้ไปสู่ขั้นตอนถัดไป (การให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง)
- ยอมรับปัจจัยแต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย กรณีนี้ผู้ตัดสินใจยอมรับปัจจัยที่แนะนำ แต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย หากเลือกกรณีนี้โปรแกรมจะนำไปยังเมนูในการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ดังรูปที่ 4.14
- เปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ กรณีนี้โปรแกรมจะให้ผู้ตัดสินใจเลือกปัจจัยที่ต้องการและให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ได้เลือกไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.15 และ 4.16

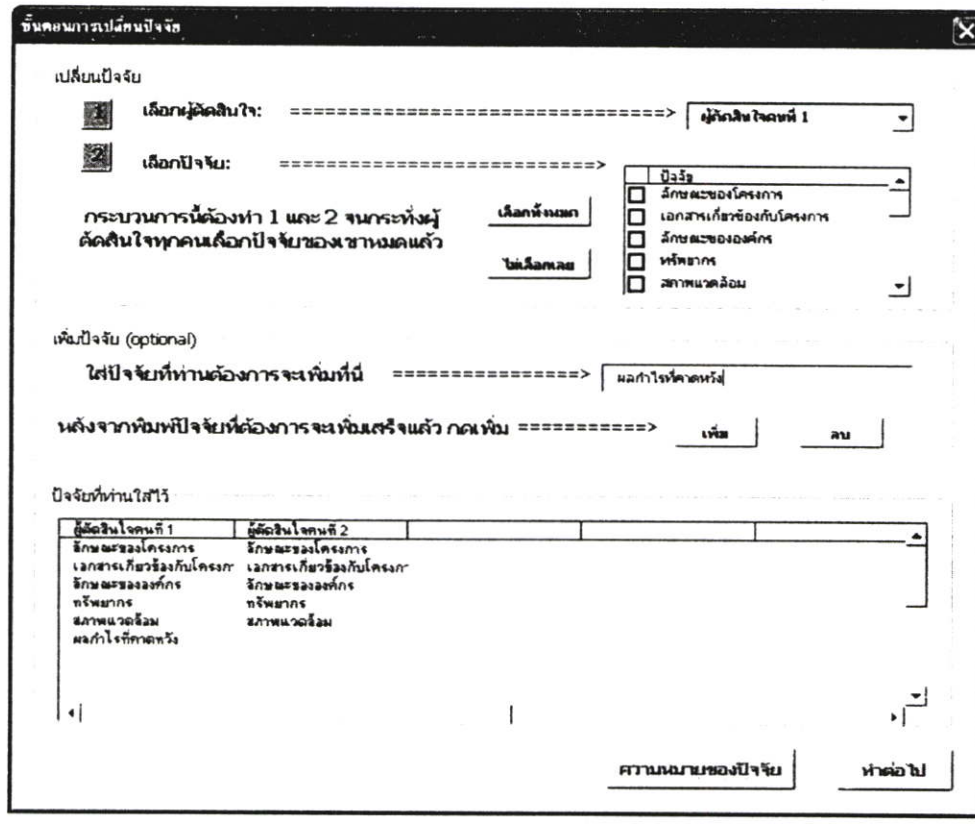


รูปที่ 4.13 เมนูการเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

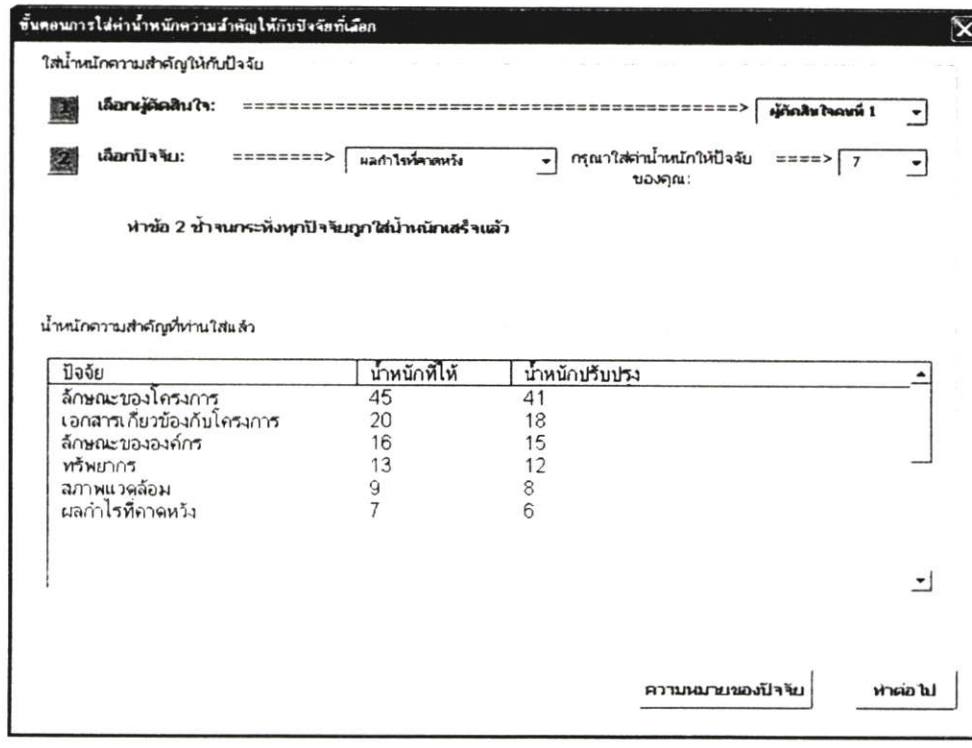
ในส่วนของเมนูในการเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้างจะมีปุ่ม "ดูน้ำหนักในอดีต" ซึ่งเป็นปุ่มให้เลือกเพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถดูน้ำหนักจากฐานข้อมูลและใช้เป็นพื้นฐานในการให้น้ำหนักกับปัจจัย (ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้เขียนตั้งใจไว้พัฒนาต่อไป) และในเมนูนี้ยังมีปุ่ม "ความหมายของปัจจัย" ซึ่งเป็นปุ่มให้เลือกเพื่อให้ผู้ตัดสินใจดูปัจจัยย่อยและความหมายของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา ดังรูปที่ 4.17



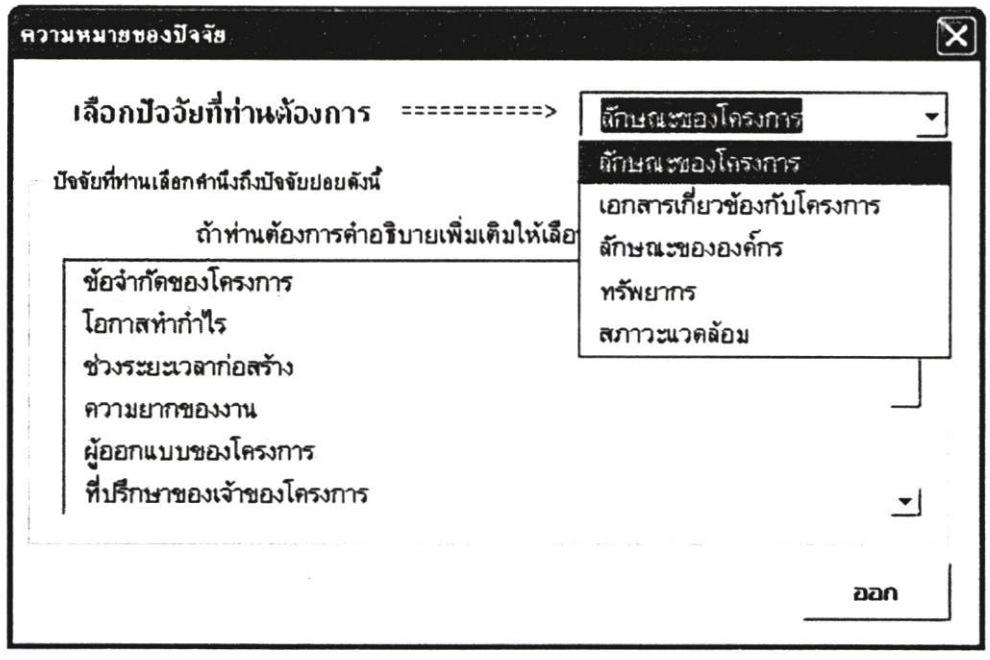
รูปที่ 4.14 เมนูในการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญ



รูปที่ 4.15 เมนูในการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มปัจจัย



รูปที่ 4.16 เมนูในการให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง

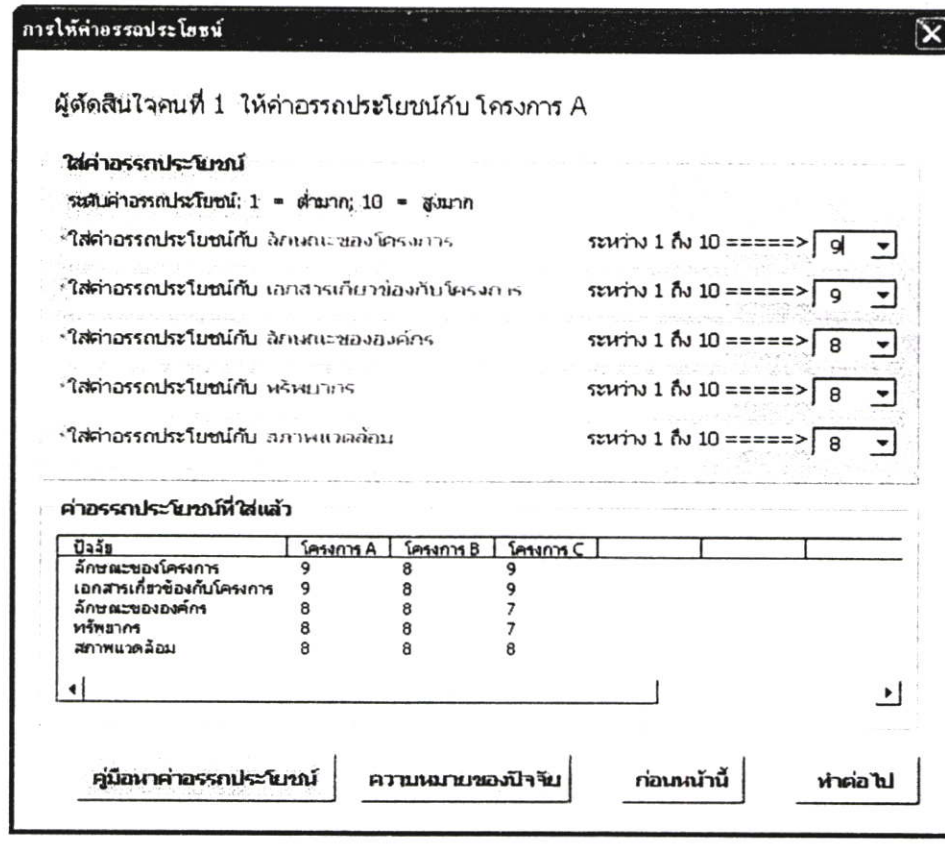


รูปที่ 4.17 เมนูแสดงความหมายของปัจจัย

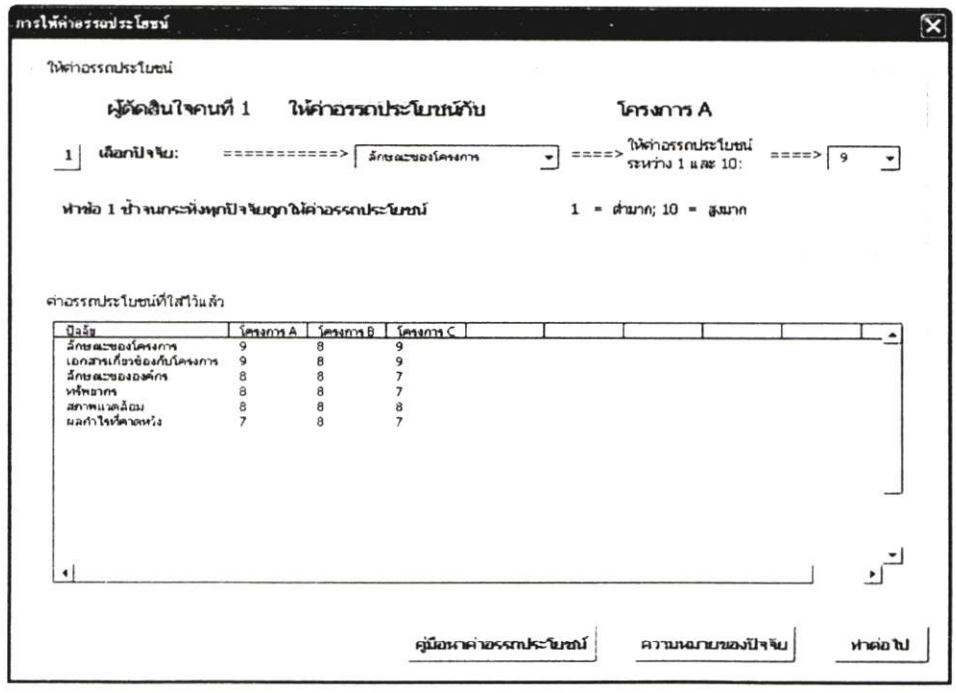
4.5.4 การให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

เมื่อมาถึงขั้นตอนการให้ค่าอรรถประโยชน์สำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้ผู้ตัดสินใจจะต้องทำการให้ค่าอรรถประโยชน์แก่ปัจจัยที่เลือกไว้สำหรับโครงการก่อสร้างทั้งหมด (วิธีการวัดค่าอรรถประโยชน์ดูรายละเอียดได้ในหัวข้อ 4.2.1) ซึ่งหากในขั้นตอนการเลือกปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญได้เลือกกรณีที่ 1 ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำหรือเลือกกรณีที่ 2 ยอมรับปัจจัยแต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญ โปรแกรมก็จะแสดงเมนูขึ้นมาดังรูปที่ 4.18 ส่วนถ้าเลือกกรณีที่ 3 เปลี่ยนแปลงปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ โปรแกรมก็จะแสดงเมนูดังรูปที่ 4.19 โดยโปรแกรมจะให้ใส่ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยทีละโครงการ เมื่อให้ค่าอรรถประโยชน์เรียบร้อยหนึ่งโครงการแล้วโปรแกรมจะขึ้นเมนูของการใส่ค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยสำหรับโครงการต่อไปให้ จนครบทุกโครงการและจะเป็นเช่นนี้สำหรับผู้ตัดสินใจทุกคน

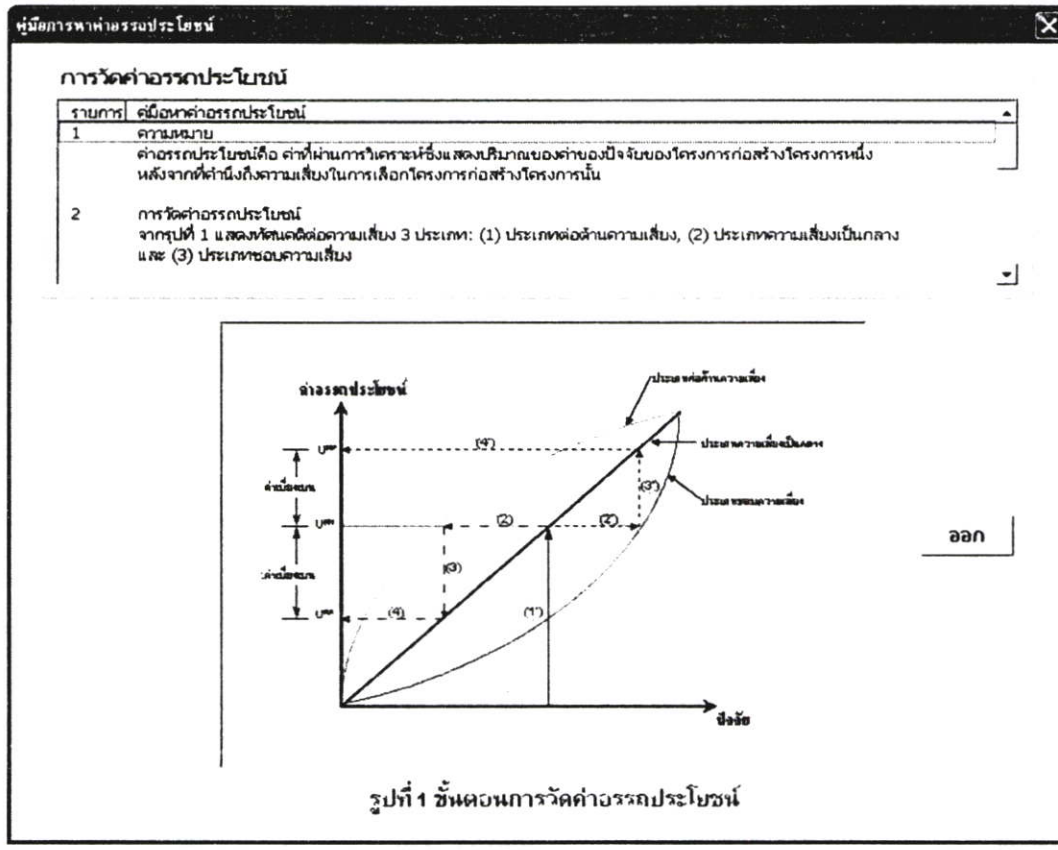
อย่างไรก็ตามหากผู้ตัดสินใจต้องการทราบการหาค่าอรรถประโยชน์ ก็สามารถเลือกที่ปุ่ม “คู่มือหาค่าอรรถประโยชน์” โดยเมื่อเลือกแล้วโปรแกรมก็จะแสดงวิธีการหาค่าอรรถประโยชน์ขึ้นมาให้ดู ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.18 เมนูในการให้ค่าอรรถประโยชน์กับปัจจัยสำหรับแต่ละโครงการ (เลือกกรณี 1 หรือ 2)



รูปที่ 4.19 เมนูในการให้ค่าอรรถประโยชน์กับปัจจัยสำหรับแต่ละโครงการ (เลือกกรณี 3)

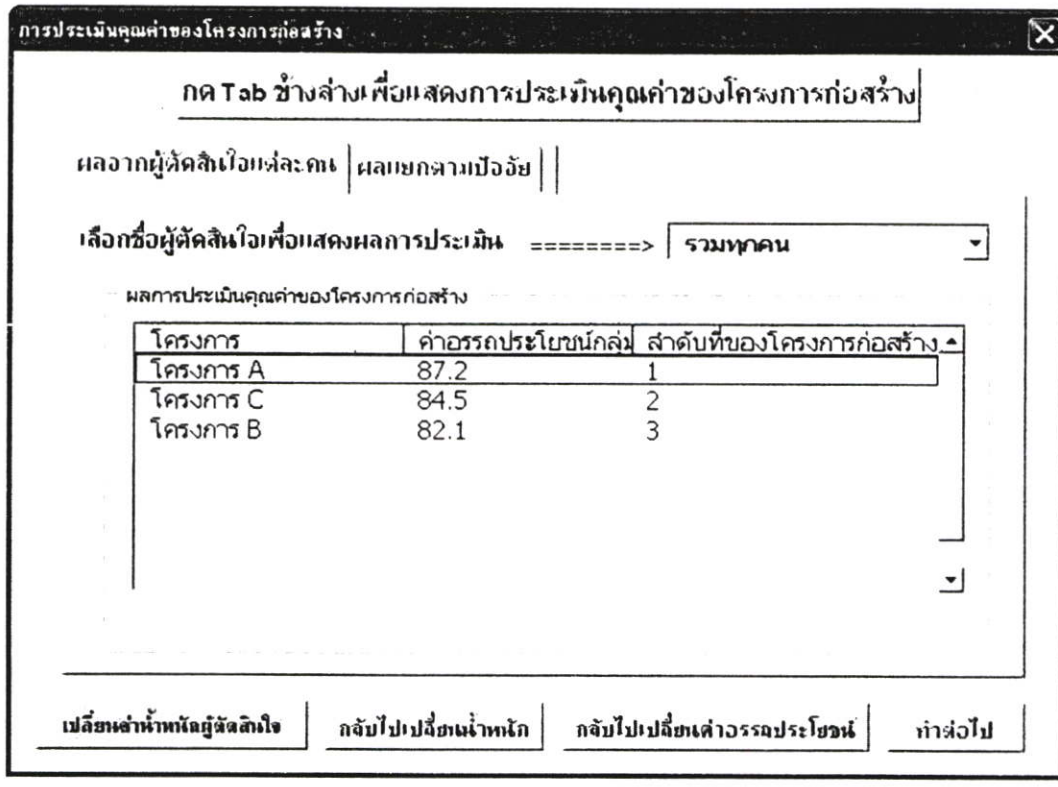


รูปที่ 4.20 เมนูคู่มือการหาค่าอรรถประโยชน์

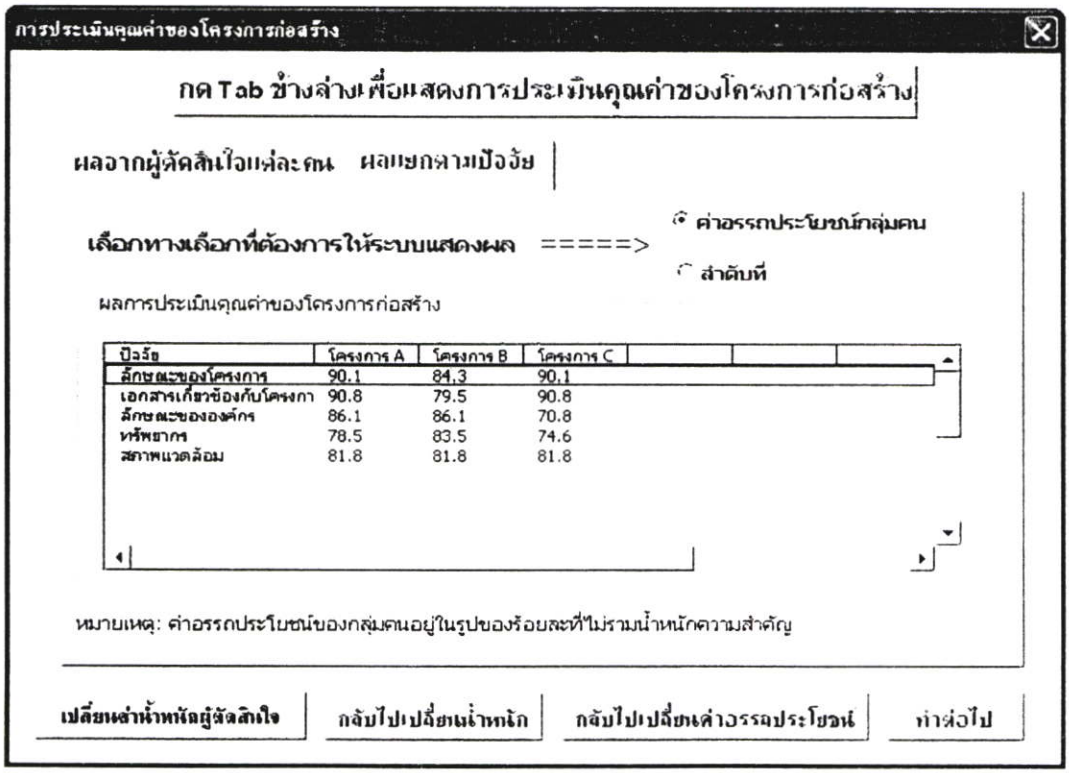
4.5.5 การประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างทั้งหมด

ในขั้นตอนการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างทั้งหมดนี้ โปรแกรมสามารถแสดงผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างทั้งหมดจากผู้ตัดสินใจทั้งหมดหรือเป็นรายคนก็ได้ และสามารถแสดงผลการประเมินแยกตามปัจจัยได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.21 และ 4.22

นอกจากนี้หากผู้ตัดสินใจต้องการแก้ไข*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (ในที่นี้มี ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์) ก็สามารถทำได้โดยเลือกที่ปุ่ม "เปลี่ยนค่าน้ำหนักผู้ตัดสินใจ" หรือ "กลับไปเปลี่ยนน้ำหนัก" หรือ "กลับไปเปลี่ยนค่าอรรถประโยชน์" ซึ่งโปรแกรมก็จะนำไปสู่ขั้นตอนดังกล่าวที่ได้เลือกเปลี่ยนแปลงไป จากนั้นผู้ตัดสินใจก็ทำการแก้ไข*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*นั้น เมื่อผู้ตัดสินใจพอใจกับค่า*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ที่ได้ให้ไว้แล้ว โปรแกรมก็จะทำการแสดงผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 4.21 ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างจากผู้ตัดสินใจทั้งหมด



รูปที่ 4.22 ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างแยกตามปัจจัย

4.5.6 การรายงานผลการประเมินสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างในโปรแกรมสามารถรายงานเพื่อแสดงการเปรียบเทียบคุณค่าของโครงการก่อสร้าง โดยการรายงานผลนี้จะประกอบด้วยรูปแบบในการรายงานการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง ดังนี้

- การรายงานการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง โดยรายงานเพื่อเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคน ซึ่งรวมคุณค่าของโครงการก่อสร้างจากผู้ตัดสินใจทุกคนและได้ทำการเรียงลำดับโครงการก่อสร้างที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงสุดไปหาโครงการก่อสร้างที่มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด หรือจะรายงานโดยการจัดลำดับคุณค่าของโครงการก่อสร้างจากผู้ตัดสินใจแต่ละคนก็ได้
- การรายงานการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้าง รายงานเพื่อเปรียบเทียบแยกรายปัจจัย โดยแสดงเป็นค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนของแต่ละปัจจัยในแต่ละโครงการ หรือจะแสดงเป็นลำดับความสำคัญของปัจจัยสำหรับแต่ละโครงการซึ่งได้จากผู้ตัดสินใจทุกคน

นอกจากนี้ในขั้นตอนการรายงานผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างนี้ยังสามารถพิมพ์ผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวไปข้างต้นได้

4.5.7 การสร้างฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ในขั้นตอนนี้สามารถบันทึกค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเอาไว้ได้ (ส่วนนี้ผู้วิจัยยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างต่อไปในอนาคต

4.6 สรุปการออกแบบและสร้างแบบจำลอง

จากการทบทวนวรรณกรรมในข้างต้นก่อนหน้านี้พบว่าแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดร่วมกัน กล่าวคือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองเหล่านั้นขาดความสามารถที่จำเป็นในเรื่องของการ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (2) พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และ (3) ให้ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ได้รวมความสามารถดังกล่าวไว้ทั้งหมด โดยทฤษฎีพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองนี้ใช้การรวมกันของฟังก์ชั่น

อรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน นอกจากนี้ในการวิจัยนี้ยังได้แนะนำวิธีการหาค่าอรรถประโยชน์ที่ง่ายต่อการใช้งาน และเหมาะกับผู้ปฏิบัติงานจริง โดยพัฒนากระบวนการของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างขึ้น (ดูรูปที่ 4.6) ประกอบด้วยขั้นตอนการประเมิน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การประเมินโครงการก่อสร้างของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังต่อไปนี้ กระบวนการเลือกปัจจัย กระบวนการสมดุลปัจจัย และ กระบวนการวัดปัจจัย ส่วนขั้นตอนที่ 2 คือ การประเมินโครงการก่อสร้างรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน ประกอบด้วยกระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ 1 กระบวนการ

หลังจากนั้นได้ทำการพัฒนาแบบจำลอง โดยพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแบบจำลอง ซึ่งในการพัฒนานี้ได้ใช้ Microsoft Excel กับ Visual Basic for Application (VBA) สำหรับโปรแกรมของแบบจำลองนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมแรก การวิเคราะห์ข้อมูลพัฒนาบน Microsoft Excel และกิจกรรมที่สอง การปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจพัฒนาโดยใช้ VBA ซึ่งโปรแกรมของแบบจำลองที่ได้ทำการพัฒนามีขั้นตอนที่สามารถเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลง*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ของผู้ตัดสินใจได้ สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ได้ และสามารถรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถรายงานผลการประเมินคุณค่าของโครงการก่อสร้างและพิมพ์ออกมาเพื่อพิจารณาต่อไปได้

สำหรับโปรแกรมของแบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานของแบบจำลองแล้ว ซึ่งจะกล่าวในบทถัดไป

บทที่ 5
การทดสอบแบบจำลอง

5.1 บทนำ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ การพัฒนาความสามารถของแบบจำลองที่รวมความสามารถ ดังนี้ (1) รวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคน (2) รวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ และ (3) มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

หลังจากทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับแบบจำลองที่กล่าวไปในบทที่ 4 แล้ว เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการทำงานของแบบจำลอง จึงได้ทำการทดสอบแบบจำลองในประเด็นของ ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความน่าเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation) โดยจะกล่าวถึงการทดสอบในแต่ละประเด็นต่อไป ดังนี้

5.2 ความเป็นมิตรกับผู้ใช้

ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้ทฤษฎี 2 ทฤษฎี รวมกัน คือ ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน โดยการคำนวณทั้งหมดได้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากโปรแกรมมีความสามารถในการคำนวณสูง และผู้ใช้ส่วนใหญ่คุ้นเคยเป็นอย่างดี ส่วนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้ได้อาศัย Visual Basic for Application (VBA) เนื่องจากสามารถสร้างเมนูต่าง ๆ ที่ใช้รับและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้ได้ง่าย ซึ่งการใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ VBA ดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนาที่จะช่วยให้แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ และง่ายต่อการใช้งานได้ในระดับหนึ่ง โดยโปรแกรมสำหรับแบจำลองมีรายละเอียด 2 ส่วนดังกล่าว คือ

- ส่วนของการคำนวณโดย Microsoft Excel ซึ่งโปรแกรมสำหรบแบบจำลองนี้ได้สร้างไว้ 1 สมุดงาน (Workbook) ประกอบด้วย 9 แผ่นงาน(Worksheets) สำหรับการคำนวณ เก็บข้อมูล และรายงานผล โดยแต่ละแผ่นงานก็จะมีฟังก์ชั่นของ Excel สำหรับการคำนวณไว้ ซึ่งสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้เป็นอย่างมาก

- ส่วนของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้ โดยผู้ใช้อาจจะไม่มีประสบการณ์ในการใช้ Excel โปรแกรมก็จะมีเมนูต่าง ๆ เพื่อแนะนำให้ผู้ใช้ดำเนินการกระบวนการตามขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง ซึ่งเมนูต่าง ๆ นี้จะช่วยแลกเปลี่ยนหรือรับข้อมูลจาก ทางเลือกหรือความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจ และนำข้อมูลที่ได้ไปเชื่อมต่อกับแผ่นงานใน Excel เพื่อทำการคำนวณออกมา

นอกจากนี้ ได้ทำการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ของโปรแกรมนี้กับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง 2 ท่าน เพื่อช่วยปรับปรุงความเป็นมิตรกับผู้ใช้ของโปรแกรม โดยท่านแรกเป็นเจ้าของบริษัทเอกชน มีประสบการณ์ในการทำหน้าที่คัดเลือกโครงการก่อสร้างมา 15 ปี ส่วนอีกท่านเป็นทำหน้าที่ในการบริหารบริษัทเอกชนเป็นระยะเวลาประมาณ 15 ปี และทำหน้าที่ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างมาแล้วกว่า 5 ปี หลังจากทดสอบได้ทำการปรับปรุงโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้ปฏิบัติงานจริง ทำให้มั่นใจมากขึ้นว่าโปรแกรมสำหรับแบบจำลองในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ในระดับที่ดีขึ้น

5.3 ความน่าเชื่อถือ

การทดสอบความน่าเชื่อถือนี้ต้องการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นถึงว่าโปรแกรมสำหรับแบบจำลองไม่มีความคลาดเคลื่อนในการทำงาน สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ ซึ่งในการทดสอบความน่าเชื่อถือนี้มีเทคนิคในการทดสอบอยู่ 2 ประเภท [30] ดังนี้

- การทดสอบกับแนวความคิดที่มีอยู่ เทคนิคนี้สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกับผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองอื่น ซึ่งผลลัพธ์นี้เป็นผลจากการแก้ปัญหาเดียวกัน (ทดสอบกับกรณีตัวอย่างเดียวกัน) อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่มีอยู่ส่วนใหญ่มีความแตกต่างกัน (เช่น ปัจจัย ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ และสมมติฐาน) จึงเป็นเรื่องยากที่จะหาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่มีอยู่มาเปรียบเทียบ ดังนั้น จึงไม่เลือกใช้เทคนิคการทดสอบด้วยแนวความคิดที่มีอยู่สำหรับการทดสอบความน่าเชื่อถือในงานวิจัยนี้

- การทดสอบด้วยการทดลอง เทคนิคนี้สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้กับผลลัพธ์ที่คำนวณได้ด้วยมือ ซึ่งถือเป็นวิธีการที่ง่ายและเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพื่อแสดงถึงความสามารถในการทำงานที่แม่นยำของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกเทคนิคนี้ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่ยุ่งยากและนิยมใช้ โดยผลการทดสอบได้แสดงเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณจาก

โปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้กับผลการคำนวณด้วยมือ โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนจากโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยมือ

โครงการก่อสร้าง	ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณจากโปรแกรม (เต็ม 100)	ค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนที่คำนวณด้วยมือ (เต็ม 100)
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	57.2
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	63.3
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	61.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	57.9
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	68.9
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	58.9
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	60.3

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าผลการคำนวณค่าอรรถประโยชน์สำหรับกลุ่มคนจากโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยมือ มีค่าเท่ากัน ดังนั้นผู้ใช้โปรแกรมสำหรบแบบจำลองนี้สามารถมั่นใจในความแม่นยำของโปรแกรมนี้ได้ในระดับหนึ่ง นอกจากนี้ค่าต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปให้กับโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง (เช่น น้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย) และค่าต่าง ๆ ที่โปรแกรมคำนวณออกมาให้ (เช่น ค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมด) จะช่วยให้ผู้ใช้เห็นขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมที่ช่วยลดความผิดพลาดในขั้นตอนการคำนวณ ซึ่งช่วยสร้างความน่าเชื่อถือและความมั่นใจเกี่ยวกับความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองให้กับผู้ใช้หรือผู้รับเหมาที่ทำการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างมากยิ่งขึ้น

5.4 การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไวมีความจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง เนื่องจากการนำคำตอบเพียงหนึ่งคำตอบที่ได้จากแบบจำลองสำหรับคัดเลือกโครงการก่อสร้างมาใช้ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง อาจจะได้คำตอบที่ไม่สามารถเชื่อมั่นได้ว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจกับการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ (เช่น น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย) ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ในแบบจำลอง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวจะช่วยให้สามารถบ่งชี้ถึงจุดที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อเตรียมการวางแผนเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงนั้น

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลกับความพึงพอใจเกิดจาก *ความไม่แน่นอน* (*Uncertainty*) และ *ความไม่อยู่กับร่องกับรอย* (*Inconsistency*) นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์สำหรับแบบจำลอง ถ้าการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลเพียงเล็กน้อยทำให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองเปลี่ยนไปแสดงว่าแบบจำลองมีความไวมาก เพื่อการทดสอบความไวสำหรับงานวิจัยนี้ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์จาก -20% ถึง +20% โดยผลลัพธ์ที่ได้หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 และ ตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ±20%

ปัจจัย	% การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ±20%	
	น้อยที่สุด	มากที่สุด
ลักษณะของโครงการ	-2.9	+2.4
เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	-2.0	+1.7
ลักษณะขององค์กร	-1.3	+1.1
ทรัพยากร	-2.0	+2.1
สภาพแวดล้อม	-1.8	+0.7

จากตารางที่ 5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (ผลลัพธ์ของแบบจำลอง) มากที่สุดคือ “ลักษณะของโครงการ” (เปลี่ยนแปลง -2.9% ถึง +2.4% สำหรับค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน) ตามมาด้วย “ทรัพยากร” (เปลี่ยนแปลง -2.0% ถึง

+2.1% สำหรับค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน) แสดงให้เห็นว่า "ลักษณะของโครงการ" เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด และต้องการการพิจารณาจากผู้ตัดสินใจมากที่สุด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนข้างต้นไม่มีผลต่อการจัดลำดับโครงการของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

ตารางที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย ±20%

ปัจจัย	% การเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย ±20%	
	น้อยที่สุด	มากที่สุด
ลักษณะของโครงการ	-10.2	+10.2
เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	-2.3	+2.4
ลักษณะขององค์กร	-5.0	+5.2
ทรัพยากร	-3.5	+3.7
สภาพแวดล้อม	-1.7	+1.4

จากตารางที่ 5.3 ปัจจัยที่มีความไวมากที่สุดอันดับ 1 และ 2 เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัย คือ "ลักษณะของโครงการ" (เปลี่ยนแปลง -10.2% ถึง +10.2% สำหรับค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน) และ "ลักษณะขององค์กร" (เปลี่ยนแปลง -5.0% ถึง +5.2% สำหรับค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน) ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนข้างต้นไม่มีผลต่อการจัดลำดับโครงการของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

ผลจากตารางทั้งสองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและอรรถประโยชน์ของปัจจัยจาก -20% ถึง +20% ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อผลลัพธ์สุดท้าย (การจัดลำดับของโครงการก่อสร้าง) ของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้ซึ่งแสดงถึงความมั่นคงของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองในการให้ผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน

แต่เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ความไวนี้ได้กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจเท่ากันทุกคน จึงทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบโดยการ

กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจใหม่ (ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจแต่ละคนไม่เท่ากัน) ซึ่งผลที่ได้ คือ เมื่อเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจจาก -20% ถึง +20% ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน (น้อยที่สุด = -1.8% และ มากที่สุด = 1.2%) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็ไม่ได้ส่งผลต่อการจัดลำดับของโครงการก่อสร้างในโปรแกรมสำหรับแบบจำลองเช่นกัน

5.5 ความถูกต้อง

การทดสอบความถูกต้องนี้ ต้องการแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสำหรับแบบจำลองในงานวิจัยนี้ (1) สามารถรวมการตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจหลายคน (2) สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และ(3) สามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้ โดยที่ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองให้ผลที่ถูกต้อง และตรงกับการยื่นประมูลจริงของผู้รับเหมา

ดังนั้นเพื่อช่วยยืนยันความถูกต้องของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง และผลลัพธ์ของการเลือกยื่นประมูลโครงการก่อสร้างที่ยื่นประมูลจริงซึ่งได้ข้อมูลจากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างบริษัทหนึ่ง (ผู้ตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างของบริษัทผู้รับเหมารายนี้มี 3 คน) โดยจะขอปกปิดชื่อโครงการก่อสร้างจริง ซึ่งผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลลัพธ์ของการจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลที่ได้จากโปรแกรมและผลลัพธ์ของการเลือกยื่นประมูลโครงการก่อสร้างจริง

โครงการก่อสร้าง	การจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลที่ได้จากโปรแกรม	การเลือกยื่นประมูลโครงการก่อสร้างที่ได้จากตัวแทนบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง
โครงการก่อสร้างที่ 5	1	ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 2	2	ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 3	3	ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 7	4	ไม่ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 1	5	ไม่ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 6	6	ไม่ยื่นประมูล
โครงการก่อสร้างที่ 4	7	ไม่ยื่นประมูล

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมสำหรับแบบจำลองทำการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด คือ โครงการที่ 5 ซึ่งบริษัทผู้รับเหมารายนี้ (กรณีนี้มีผู้ตัดสินใจ 3 คน) ก็ได้ยื่นประมูลโครงการนี้ด้วย และโปรแกรมสำหรับแบบจำลองยังจัดลำดับโครงการก่อสร้าง ส่วนการที่ผู้รับเหมาจะเลือกประมูลโครงการใดบ้างนั้นยังคงเป็นเรื่องที่บริษัทผู้รับเหมาต้องประชุมปรึกษาหารือกันเพื่อพิจารณาคัดเลือกกันต่อไป ทั้งนี้ช่วงเวลาขณะนั้นบริษัทผู้รับเหมาอาจจะมีความสามารถที่จะยื่นประมูลได้เพียง 3 โครงการ ซึ่งทั้ง 3 โครงการ (โครงการก่อสร้างที่ 5 โครงการก่อสร้างที่ 2 และโครงการก่อสร้างที่ 3) เป็นโครงการก่อสร้างที่โปรแกรมสำหรับแบบจำลองได้จัดลำดับไว้เป็นลำดับที่ 1 ลำดับที่ 2 และลำดับที่ 3 ซึ่งตรงกับการยื่นประมูลงานจริงดังนั้นผลการเปรียบเทียบที่ตรงกันนี้จึงช่วยยืนยันความถูกต้องของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองได้ในระดับหนึ่ง

5.6 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง

โปรแกรมสำหรับแบบจำลองได้ถูกทดสอบการใช้งานจริงในประเด็นของความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความน่าเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation) สำหรับการทดสอบความเป็นมิตรกับผู้ใช้ทำให้เชื่อมั่นในกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการก่อสร้างว่าเหมาะสมกับความต้องการ หรือควรปรับปรุงในส่วนใดบ้าง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานจริงใช้งานได้ง่ายที่สุดในระดับหนึ่ง สำหรับการทดสอบความน่าเชื่อถือได้ทำการทดสอบด้วยการทดลอง ซึ่งใช้เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้กับผลลัพธ์ที่คำนวณด้วยมือ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเท่ากัน นอกจากนี้แบบจำลองยังได้สร้างกระบวนการและวางลำดับขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง (ดูได้จากหัวข้อที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ) ไว้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นจึงช่วยสร้างความน่าเชื่อถือและความมั่นใจเกี่ยวกับความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองให้กับผู้ใช้มากยิ่งขึ้น ส่วนการวิเคราะห์ความไวของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองถูกทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ (เช่น น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย และค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละปัจจัย) ที่ป้อนให้กับโปรแกรม และสำหรับการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมสำหรับแบบจำลองได้ทดสอบโดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูลที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง และผลลัพธ์ของการเลือกยื่นประมูลโครงการก่อสร้างที่ยื่นประมูลจริงซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างบริษัทหนึ่ง

การทดสอบในประเด็นดังกล่าวทั้ง 4 ประเด็นนั้น พบว่าแบบจำลองได้ทำการรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และทำให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้แบบจำลองสามารถทำงานในการคัดเลือกหรือจัดลำดับ

โครงการก่อสร้างได้ในสถานการณ์ของปัญหาการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริง โดยสิ่งที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองในงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรมจะทำการเลือกโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุดและจัดลำดับโครงการก่อสร้าง เพื่อให้องค์กรของผู้รับเหมาได้ทำการพิจารณาว่าโครงการก่อสร้างใดบ้างที่ควรยื่นประมูล โดยทั้งหมดนี้มักขึ้นอยู่กับผู้มีอำนาจตัดสินใจในองค์กร (หรือการประชุมระหว่างผู้ตัดสินใจทุกคน) รวมทั้งวัตถุประสงค์ขององค์กรผู้รับเหมา

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการตระหนักถึงความสำคัญในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาว่า ในการประมูลงานผู้รับเหมาไม่สามารถที่จะประมูลโครงการทุกโครงการที่เจ้าของเชิญให้เข้าร่วมการประมูลได้ ดังนั้นผู้รับเหมาส่วนใหญ่จึงใช้การจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้างเพื่อเตรียมการยื่นประมูลผ่านกระบวนการคัดเลือกโครงการ ซึ่งในกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้ ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเวลาและค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมา คือการประเมินโครงการเพื่อตัดสินใจเข้าร่วมประมูลงาน ในขั้นตอนนี้ผู้รับเหมาบางรายอาจจะใช้ดุลพินิจส่วนบุคคลร่วมกับประสบการณ์เป็นเกณฑ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการตัดสินใจที่อาจเกิดความลำเอียง แต่ผู้รับเหมาบางรายอาจจะใช้แบบจำลองในการคัดเลือก แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดร่วมกันอยู่ กล่าวคือ แบบจำลองส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองเหล่านั้นขาดความสามารถที่จำเป็นในเรื่องของ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (2) พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอน และ (3) ให้ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

ดังนั้นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จึงได้รวมความสามารถดังกล่าวไว้ทั้งหมด โดยทฤษฎีพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองนี้ใช้การรวมกันของ*ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์* (*A utility function*) และ*ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน* (*A social welfare function*) ส่วนการพัฒนาแบบจำลองนี้ได้ออกแบบและสร้างกระบวนการของแบบจำลองนี้ไว้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักในการประเมิน ซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการในการทำงานของแบบจำลอง และได้พัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแบบจำลอง ซึ่งในการพัฒนานี้ได้ใช้ Microsoft Excel กับ Visual Basic for Application (VBA) ซึ่งโปรแกรมสำหรับแบบจำลองนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมแรก การวิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการพัฒนาบน Microsoft Excel และกิจกรรมที่สอง การปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ใช้หรือผู้ตัดสินใจพัฒนาโดยใช้ VBA นอกจากนี้ในการวิจัยนี้ยังได้แนะนำวิธีการหาค่าอรรถประโยชน์ที่ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานจริง อีกทั้งจากผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของแบบจำลองยังแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองนี้สามารถชี้ให้เห็นถึงโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด และสามารถจัดลำดับโครงการก่อสร้างได้ ซึ่งจะช่วยให้

ผู้รับเหมาเลือกประมูลงานเฉพาะที่เหมาะสมกับองค์กรของตนเองในช่วงเวลาหนึ่ง ทำให้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมการประมูลงานของผู้รับเหมาลดลง

ต่อจากนี้ไปเป็นส่วนของการสรุปพื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะเริ่มจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการ ตามมาด้วยการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง และการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดมีดังนี้

6.1.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการ

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการ โดยศึกษาจากวารสารต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ และตำราต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา และแบบจำลองสำหรับการคัดเลือก โดยจากการทบทวนวรรณกรรมได้ทำการศึกษาแนวคิดและขั้นตอนการใช้งานของแบบจำลอง หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแบบจำลอง และเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์จึงแบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) แบบจำลองประเภทที่แก้ปัญหาโดยพิจารณาทีละปัจจัยแล้วนำคำตอบที่ได้ทั้งหมดมาสมดุลกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด และ (2) แบบจำลองประเภทที่สร้างปัจจัยขึ้นมาใหม่จากหลาย ๆ ปัจจัยแล้วจึงแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด การแบ่งในลักษณะนี้จะช่วยให้สะดวกในการวิเคราะห์แบบจำลองต่าง ๆ ที่มีอยู่และง่ายต่อการชี้ให้เห็นถึงความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลอง โดยที่ผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเป็นดังนี้ แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการส่วนใหญ่สมมติว่าการคัดเลือกโครงการก่อสร้างกระทำโดยผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว บางแบบจำลองไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และบางแบบจำลองไม่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้างให้มีความสามารถดังนี้

- รวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคน
- รวมความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์
- มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

หลังจากทราบข้อจำกัดที่มีอยู่ร่วมกันของแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการแล้ว จากนั้นจึงเริ่มต้นการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยส่วนสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน กระบวนการของแบบจำลองและโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง ซึ่งทั้งหมดนี้จะสรุปอยู่ในหัวข้อถัดไป

6.1.2 แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้ ได้พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของแบบจำลองแบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งพิจารณาหลายปัจจัยและรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้ โดยที่ใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ในการพิจารณาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอน โดยรวมความพึงพอใจหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนด้วยฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน และพัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

6.1.2.1 ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน

ในการรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนสำหรับการตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างของผู้รับเหมาเพื่อยื่นประมูลนั้น ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ซึ่งการใช้ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์นี้สามารถรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจไว้ 2 ประเภท คือ (1) ความพึงพอใจเกี่ยวกับความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ที่ตามมาสำหรับปัจจัยนั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อระดับค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยนั้น และ (2) ความพึงพอใจของการเลือกปัจจัยแต่ละตัว ซึ่งแสดงให้เห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น โดยที่ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะเป็นตัวกลางสำหรับการกำหนดคุณค่าให้กับปัจจัยที่สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนเข้าไปด้วยได้ ซึ่งฟังก์ชั่นนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงระดับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยนั้น ๆ ของผู้ตัดสินใจ อย่างไรก็ตามการหาค่าอรรถประโยชน์โดยการสร้างความสัมพันธ์เพื่อที่จะหาค่าอรรถประโยชน์ของปัจจัยเพียงตัวเดียว ก็ถือเป็นสิ่งที่ยากและหากสิ่งที่กำลังทำการตัดสินใจมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่เป็นจำนวนมากก็จะยิ่งยากและใช้เวลามากในการหาค่าอรรถประโยชน์ ดังนั้นจึงได้นำเสนอรูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ขึ้นมา โดยรูปแบบพิเศษของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่นิยมใช้คือ *ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์แบบพิจารณารวมหลายปัจจัย* (*Multi-attribute utility function*) ซึ่งฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์รูปแบบพิเศษนี้ก็ยังมีรูปแบบต่าง ๆ อีก แต่รูปแบบที่นิยมใช้มากคือ *การรวมปัจจัยเข้าด้วยกันแบบถ่วงน้ำหนัก* (*Weighted additive*) และเพื่อลดความยุ่งยาก งานวิจัยนี้จึงได้ทำการแนะนำวิธีการวัดค่าอรรถประโยชน์ (ดูได้ในหัวข้อ 4.2.1) ทั้งนี้ค่าอรรถประโยชน์ที่ได้ คือ ค่าที่ผ่านการวิเคราะห์ซึ่งแสดงปริมาณของค่าของปัจจัยสำหรับโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่งหลังจากที่พิจารณาถึงความเสี่ยงในการเลือกโครงการก่อสร้างโครงการนั้น

อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การตัดสินใจคัดเลือก (หรือจัดลำดับ)โครงการก่อสร้างสำหรับองค์กรของผู้รับเหมาโดยส่วนใหญ่มักจะใช้การพิจารณาหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจมากกว่าหนึ่งคนสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล โดยผู้ตัดสินใจแต่ละคนอาจจะให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยไม่เท่ากันซึ่งอาจจะทำให้เกิดการถกเถียงกันได้ว่า น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยควรจะเป็นเท่าไร และค่าน้ำหนักความสำคัญนี้มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ แต่ว่าฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์มีข้อจำกัดในการคำนึงถึงผู้ตัดสินใจหลายคน ดังนั้น

เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่มีผู้ตัดสินใจหลายคนนี้จึงได้นำฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน ที่สามารถรวบรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจทุกคนสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างได้ โดยวัตถุประสงค์ของการใช้ฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคนในงานวิจัยนี้เพื่อแสดงโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุดและจัดลำดับของโครงการก่อสร้าง โดยการรวมค่าอรรถประโยชน์ของผู้ตัดสินใจทุกคนให้กับองค์กรของผู้รับเหมาได้ทำการพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล

ดังนั้นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จึงใช้การรวมกันของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์และฟังก์ชั่นสำหรับกลุ่มคน เพื่อให้แบบจำลองสามารถทำงานได้กับการปฏิบัติงานในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริงของผู้รับเหมา ซึ่งสามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนและสามารถรวมความพึงพอใจหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้

6.1.2.2 กระบวนการของแบบจำลองและโปรแกรมสำหรับแบบจำลอง

แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่พัฒนาขึ้นนี้ ได้นำเสนอกระบวนการของแบบจำลองไว้ 2 ขั้นตอนหลัก ซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการ (ดูรูปที่ 4.6 ประกอบ) ขั้นตอนที่ 1 คือ การประเมินโครงการก่อสร้างของผู้ตัดสินใจแต่ละคน (ประกอบด้วย 3 กระบวนการ) และขั้นตอนที่ 2 คือ การประเมินโครงการก่อสร้างรวมจากผู้ตัดสินใจทุกคน (ประกอบด้วย 1 กระบวนการ) ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้ (1) กระบวนการเลือกปัจจัย (2) กระบวนการสมดุลปัจจัย (3) กระบวนการวัดปัจจัย ส่วนอีกกระบวนการหนึ่งของแบบจำลอง คือ (4) กระบวนการสมดุลน้ำหนักความสำคัญของผู้ตัดสินใจ ซึ่งเป็นกระบวนการในขั้นตอนที่ 2

ทั้งนี้โครงการก่อสร้างที่มีค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดมากที่สุดจะเป็นโครงการก่อสร้างที่ควรยื่นประมูลมากที่สุด และค่าอรรถประโยชน์รวมทั้งหมดสามารถใช้ในการจัดลำดับโครงการก่อสร้างเพื่อประโยชน์ในพิจารณาสำหรับการยื่นประมูลขององค์กรผู้รับเหมา

สำหรับข้อจำกัดของการไม่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองที่พบนั้น แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้ได้ใช้การปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งพัฒนาขึ้นบน Microsoft Excel ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ตัดสินใจพัฒนาบน Visual Basic for Application (VBA) โดยที่ VBA มีฟังก์ชั่นและเมนูต่าง ๆ ที่สามารถจะดำเนินกระบวนการของแบบจำลอง และนำผู้ตัดสินใจ (หรือผู้ใช้) ไปจนจบการทำงานของแบบจำลอง อีกทั้งยังสามารถรับข้อมูลและ*ตัวนำเข้าทางจิตใจ*ที่มีระหว่างแบบจำลองกับผู้ตัดสินใจได้ สำหรับตัวอย่างที่แสดงถึงความยืดหยุ่นของแบบจำลองต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ เช่น ในกระบวนการเลือกปัจจัย แบบจำลองมีปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแนะนำไว้ ซึ่งในแบบจำลองผู้ตัดสินใจสามารถเลือกทางเลือกได้ 3 ทางเลือกด้วยกัน คือ (1) ยอมรับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ (2) ยอมรับปัจจัยแต่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และ(3) เปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญ โดยทางเลือก

ที่แสดงไว้ให้เลือกนี้ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกได้หนึ่งทางเลือก ซึ่งหากเลือกทางเลือกที่ 2 หรือ 3 ผู้ตัดสินใจก็จะสามารถเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหรือเปลี่ยนแปลงทั้งปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญได้ ตามลำดับ ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ซึ่งทำให้แบบจำลองนี้สามารถใช้ได้กับทุกสถานการณ์

แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างนี้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริงขององค์กรผู้รับเหมา โดย (1) สามารถรวมความพึงพอใจหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคนได้ (2) สามารถรวมความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ได้ และ (3) มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

6.1.3 การทดสอบแบบจำลอง

โปรแกรมสำหรับแบบจำลองได้ถูกทดสอบการใช้งานจริงในประเด็นของความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-friendliness) ความน่าเชื่อถือ (Verification) การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) และความถูกต้อง (Validation) ด้วยตัวอย่างในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริงจากองค์กรของผู้รับเหมา ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถทำการรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* สามารถพิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และทำให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยสิ่งที่ได้จากแบบจำลองในงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรมสำหรับแบบจำลองจะทำการเลือกโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด และจัดลำดับโครงการก่อสร้าง เพื่อให้องค์กรของผู้รับเหมาได้ทำการพิจารณาว่าโครงการก่อสร้างใดบ้างที่ควรยื่นประมูล ซึ่งจะช่วยให้องค์กรของผู้รับเหมาประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง และช่วยลดปัญหาต่าง ๆ เช่น กำไรน้อยเกินไปหรือขาดทุน ทรัพยากรไม่เพียงพอสำหรับทำงาน หรือการละทิ้งงาน เพื่อให้องค์กรของผู้รับเหมาได้เลือกประมูลโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับองค์กรของตนซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาขององค์กรต่อไปในอนาคต

6.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้แสดงแบบจำลองที่มีความสามารถ (1) รวบรวมความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจหลายคนผ่าน*ตัวนำเข้าทางจิตใจ* (2) พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนเข้าไปในการวิเคราะห์ และ (3) ให้ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ผ่านปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาแบบจำลองให้มีความเหมาะสมสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ปฏิบัติกันจริงในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ซึ่งมีข้อเสนอแนะดังนี้ (1) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป และ (2) ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยรายละเอียดทั้งหมดมีดังนี้

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

แนวทางที่ควรพัฒนาสำหรับการวิจัยต่อไป มีดังนี้

- แบบจำลองควรพัฒนาให้สามารถใช้งานบนเว็บไซต์ ในรูปแบบของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับอินเตอร์เน็ต (Hyper Text Markup Language, HTML) ซึ่งเป็นการนำแบบจำลองไปให้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว โดยผ่านการโยงใยของการสื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์ที่กว้างไกลไปทั่วโลก

- ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริง การตัดสินใจอาจจะไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองทั้งหมด เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับแบบจำลองที่พัฒนานี้จะถูกนำไปใช้ร่วมกับการตัดสินใจ เพื่อพิจารณาว่าโครงการก่อสร้างใดบ้างที่ควรยื่นประมูล โดยทั้งหมดนี้มักขึ้นอยู่กับผู้มีอำนาจตัดสินใจในองค์กร (หรือการประชุมระหว่างผู้ตัดสินใจทุกคน) ทั้งนี้โปรแกรมสำหรับแบบจำลองที่พัฒนาในงานวิจัยนี้สามารถแสดง (1) โครงการก่อสร้างที่ดีที่สุดและจัดลำดับโครงการก่อสร้าง (2) คุณค่าของโครงการตามปัจจัยแต่ละปัจจัย ซึ่งผู้ตัดสินใจสามารถนำข้อมูลทั้งสองนี้มาใช้ประกอบการตัดสินใจได้ โดยที่หากได้ค่าอรรถประโยชน์รวมของแต่ละโครงการไม่แตกต่างกันมากก็สามารถเปรียบเทียบในระดับปัจจัยได้ เพื่อที่จะทำการประชุมปรึกษาหารือและพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้าง

- ในแบบจำลองได้ทำการแนะนำปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยไว้ โดยน้ำหนักความสำคัญนี้ได้มาจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างจริง และหากผู้ตัดสินใจไม่พอใจกับปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญที่แนะนำผู้ตัดสินใจก็สามารถเปลี่ยนแปลงและเพิ่มปัจจัยได้ อย่างไรก็ตามควรมีการสำรวจหาปัจจัยเกี่ยวกับการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยจัดกลุ่มของปัจจัยและพัฒนาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย เพื่อให้แบบจำลองมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างมากยิ่งขึ้น

- การพัฒนาที่ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมอีกส่วนหนึ่ง คือ การเก็บข้อมูลจากการคัดเลือกโครงการก่อสร้างโดยใช้แบบจำลองนี้ในการคัดเลือกที่ผ่านมาในอดีต สำหรับใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกโครงการก่อสร้าง โดยการบันทึกค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเอาไว้ได้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างต่อไปในอนาคต

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

จากการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยนี้พบว่า ในองค์กรของผู้รับเหมาส่วนใหญ่ใช้ผู้ตัดสินใจมากกว่าหนึ่งคนสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อยื่นประมูล โดยผู้ตัดสินใจแต่ละคนอาจจะให้น้ำหนักความสำคัญกับแต่ละปัจจัยไม่เท่ากันซึ่งอาจจะทำให้เกิดการถกเถียงกันได้ว่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยควรจะเป็นเท่าไร และค่าน้ำหนักความสำคัญนี้มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ นอกจากนี้ความแตกต่างขององค์กรผู้รับเหมายังทำให้ปัจจัยที่ต้องการใช้ในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างมีความแตกต่างกันออกไปอีกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาปัจจัยที่เป็นมาตรฐานในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างเพื่อลดปัญหาต่าง ๆ และจะช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้างให้ดียิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่เป็นมาตรฐานนี้ควรพัฒนาขึ้นมาให้เหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบัน เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม สถานการณ์ทางการเมือง และสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ

หลังจากปัจจัยมาตรฐานได้ถูกพัฒนาแล้วสามารถนำมาเชื่อมต่อกับแบบจำลองสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ซึ่งพิจารณาหลายปัจจัยและคำนึงถึงความพึงพอใจหรือการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจหลายคน สามารถรวมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนได้ และสามารถยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โดยผ่านการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้ ทั้งนี้การรวมความสามารถทั้งหมดดังกล่าวจะช่วยให้องค์กรของผู้รับเหมาคัดเลือกโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด ซึ่งเหมาะสมกับองค์กรของตนมากที่สุด ทำให้ผู้รับเหมาสามารถประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงการก่อสร้างต่าง ๆ ที่กำลังพิจารณา และช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการเตรียมการประมูลงานของผู้รับเหมาลดลง

เอกสารอ้างอิง

[1] Odusote, O. O. and Fellows, R. F. 1992. "An examination of the importance of resource considerations when contractors make project selection decisions." Construction Management and Economics, 10: 137-151.

[2] Shash, A. 1993. "Factors considered in tendering decisions by top UK contractors." Construction Management and Economics, 11: 111-118.

[3] Wanous, M., Boussabaine, H. A. and Lewis, J. 2003. "A neural network Bid/No-Bid model: the case for contractors in Syria." Construction Management and Economics. 21: 737-744.

[4] Lowe, D. J., and Parvar, J. 2004. "A logistic regression approach to modeling the contractor's decision to bid." Construction Management and Economics. 22: 643-653.

[5] Mukherjee, K. 1994. "Application of an interactive method for MOILP in project selection decision – a case from Indian coal mining industry." International journal of production economics. 36: 203-211.

[6] Lawson, C. P. "The application of a new research and development project selection model in SMEs." Technovation. (in press).

[7] Ahmad, I. 1990. "Decision-support system for modeling bid-no bid decision problem." Journal of Construction Engineering and Management and Economics. 116: 595-607.

[8] Gabriel, S. A., Kumar, S., Ordonez, J. and Nasserian, A. "A multi-objective optimization model for project selection with probabilistic considerations." Socio-Economic Planning Sciences. (in press).

[9] Mukherjee, K. and Bera, A. 1995. "Application of goal programming in project selection decision – a case study from Indian coal mining industry." European journal of operational research. 82: 18-25.

[10] Pongpeng, J. and Liston, J. 2003. Note: "A multicriteria model's survey: state of the art and some necessary capabilities of future models." Construction Management and Economics, 21: 665-670.

[11] จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง และภัคพงษ์ เหลืองบงกช. 2549. "การสำรวจแบบจำลองที่พิจารณาหลายปัจจัยสำหรับการคัดเลือกโครงการก่อสร้างของผู้รับเหมา: ความสามารถที่จำเป็นของแบบจำลองในอนาคต" (CD-ROM: CEM-008) ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ภูเก็ต: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

[12] มยุรี อนุมานราชธน. 2546. การบริหารโครงการ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: คะนึงนิจการพิมพ์.

[13] Zeleny, M. 1974. Linear multiobjective programming. New York: Springer Verlag.

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

[15] Badri, M. A., Davis, D. and Davis, D. 2001. "A comprehensive 0-1 goal programming model for project selection." International Journal of Project Management. 19: 243-252.

[16] Kim, G. C. and Emery, J. 2000. "An application of zero-one goal programming – a case study from the Woodward Governor Company." Computers & operations research. 27: 1389-1408.

[17] Avineri, E., Prashker, J. and Ceder, A. 2000. "Transportation projects selection process using fuzzy sets theory." Fuzzy sets and systems. 116: 35-47.

[18] Tian, Q., Ma, J., Liang, J., Kwok, R. C. W. and Lui, O. 2005. "An organizational decision support system for effective R&D project selection." Decision Support systems. 39: 403-413.

[19] T. Alhazmi and R. MaCaffer, 2000, "Project Procurement System Selection Model." Journal of Construction Engineering and Management. May/June. Page 176-184

[20] Pongpeng, J. 2000, Confirmation of Candidature: Multicriteria and multidecision-makers in tender evaluation. Brisbane: School of civil engineering, Queensland University of Technology.

[21] de Neufville, R. 1990 Applied systems analysis: Engineering planning and technology management. USA: McGraw-Hill.

[22] อำนวย มณีศรีวงศ์กูล. 2539. "ทฤษฎีการตัดสินใจทางสถิติขั้นต้น" กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

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

[24] Keeney, R. L. and Raiffa, H. 1976. Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. New York: John Wiley & Sons.

[25] Lapin, L. L. 1991. Quantitative method for business decision. 5th ed., USA: Dryden Press.

[26] Cohon, J. L. 1978 Multiobjective programming and planning. New York: Academic Press.

[27] จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง. 2545. "แบบจำลองสำหรับการคัดเลือกผู้รับเหมาที่พิจารณาหลายปัจจัยและหลายผู้ตัดสินใจ" หน้า CEM 65-70. ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8. ขอนแก่น: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

[28] ภัคพงษ์ เหลืองบงกช และจักรพงษ์ พงษ์เพ็ง. 2549. "แบบจำลองสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโครงการก่อสร้าง: มุมมองของผู้รับเหมา" (CD-ROM: CEM-009) ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ภูเก็ต: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

[29] Walkenbach, J. 1999. Microsoft Excel 2000 Power programming with VBA. USA: Hungry Minds.

[30] Kiangi, G.E. 1988. "A rational approach to multiobjective project appraisal and selection." PhD Thesis. UK: University of Leeds.

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	30	24	27	33	36	-6.0	-3.0	3.0	6.0
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	20	16	18	22	24	-4.0	-2.0	2.0	4.0
3	ลักษณะขององค์กร	25	20	23	28	30	-5.0	-2.5	2.5	5.0
4	ทรัพยากร	15	12	14	17	18	-3.0	-1.5	1.5	3.0
5	สภาพแวดล้อม	10	8	9	11	12	-2.0	-1.0	1.0	2.0

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย หลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	35	28	32	39	42	-7.0	-3.5	3.5	7.0
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	10	8	9	11	12	-2.0	-1.0	1.0	2.0
3	ลักษณะขององค์กร	30	24	27	33	36	-6.0	-3.0	3.0	6.0
4	ทรัพยากร	20	16	18	22	24	-4.0	-2.0	2.0	4.0
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนัก %	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	40	32	36	44	48	-8.0	-4.0	4.0	8.0
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	10	8	9	11	12	-2.0	-1.0	1.0	2.0
3	ลักษณะขององค์กร	25	20	23	28	30	-5.0	-2.5	2.5	5.0
4	ทรัพยากร	20	16	18	22	24	-4.0	-2.0	2.0	4.0
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6
3	ลักษณะขององค์กร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
4	ทรัพยากร	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
5	สภาพแวดล้อม	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	ทรัพยากร	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
5	สภาพแวดล้อม	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
5	สภาพแวดล้อม	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
5	สภาพแวดล้อม	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	ทรัพยากร	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6
5	สภาพแวดล้อม	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
4	ทรัพยากร	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
5	สภาพแวดล้อม	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 1: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	ทรัพยากร	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6
5	สภาพแวดล้อม	2	2	2	2	2	-0.4	-0.2	0.2	0.4

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2

ตารางที่ ก.14 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.15 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
3	ลักษณะขององค์กร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2

ตารางที่ ก.17 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 2: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	4	3	4	4	5	-0.8	-0.4	0.4	0.8
3	ลักษณะขององค์กร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
4	ทรัพยากร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.18 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 1

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	3	2	3	3	4	-0.6	-0.3	0.3	0.6

ตารางที่ ก.19 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 2

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ก.20 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 3

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ก.21 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 4

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.22 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 5

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	9	7	8	10	11	-1.8	-0.9	0.9	1.8
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4

ตารางที่ ก.23 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 6

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	6	5	5	7	7	-1.2	-0.6	0.6	1.2
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ตารางที่ ก.24 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไว (การเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของปัจจัย) สำหรับผู้ตัดสินใจคนที่ 3: สำหรับโครงการก่อสร้างที่ 7

ลำดับที่	ปัจจัย	อรรถประโยชน์เริ่มต้น	อรรถประโยชน์ของปัจจัยหลังการเปลี่ยนแปลง				% การเปลี่ยนแปลง			
			-20%	-10%	10%	20%	-20%	-10%	10%	20%
1	ลักษณะของโครงการ	8	6	7	9	10	-1.6	-0.8	0.8	1.6
2	เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
3	ลักษณะขององค์กร	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
4	ทรัพยากร	7	6	6	8	8	-1.4	-0.7	0.7	1.4
5	สภาพแวดล้อม	5	4	5	6	6	-1.0	-0.5	0.5	1.0

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง

ตารางที่ ข.1 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	56	57.2	56.9	58.6
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	61.6	62.9	63.6	64.8
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	59.9	61.6	61.9	62.5
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	57.3	58.6	57.6	59.3
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	66.9	67.9	69.2	69.9
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	57.6	59	58.9	60.3
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	58.6	59.6	60.9	61.5

ตารางที่ ข.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-2.1	0.0	-0.5	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-2.7	-0.6	0.5	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-2.8	0.0	0.5	1.5
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-1.0	1.2	-0.5	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-2.9	-1.5	0.4	1.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-2.2	0.2	0.0	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-2.8	-1.2	1.0	2.0

ตารางที่ ข.3 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	57.5	57.5	56.9	56.6
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	63.9	63.9	62.9	62.2
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	62.6	62.2	61.2	60.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	58.9	58.9	57.9	57.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	68.9	68.9	68.6	67.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	59.6	59.6	58.5	58.2
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	60.6	60.9	59.9	59.3

ตารางที่ ข.4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	0.5	0.5	-0.5	-1.0
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	0.9	0.9	-0.6	-1.7
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	1.6	1.0	-0.6	-1.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	1.7	1.7	0.0	-1.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	0.0	0.0	-0.4	-2.0
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	1.2	1.2	-0.7	-1.2
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	0.5	1.0	-0.7	-1.7

ตารางที่ ข.5 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	57.2	57.2	56.9	57.3
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	63.6	63.5	63	63.3
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	62.3	62.3	61.3	61.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	58.3	58.2	57.6	58.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	68.6	68.9	68.6	68
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	59.3	59.2	58.6	59
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	60.6	60.5	60	60

ตารางที่ ข.6 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	0.0	0.0	-0.5	0.2
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	0.5	0.3	-0.5	0.0
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	1.1	1.1	-0.5	0.0
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	0.7	0.5	-0.5	0.5
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-0.4	0.0	-0.4	-1.3
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	0.7	0.5	-0.5	0.2
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	0.5	0.3	-0.5	-0.5

ตารางที่ ข.7 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	57.6	57.9	56.9	56.9
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	64.2	64.2	62.6	62.6
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	62.9	62.6	60.9	60.9
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	58.5	58.9	57.5	57.9
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	69.2	68.9	67.5	67.9
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	59.5	60	58.5	58.5
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	60.9	60.6	59.6	59.6

ตารางที่ ข.8 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	0.7	1.2	-0.5	-0.5
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	1.4	1.4	-1.1	-1.1
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	2.1	1.6	-1.1	-1.1
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	1.0	1.7	-0.7	0.0
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	0.4	0.0	-2.0	-1.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	1.0	1.9	-0.7	-0.7
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	1.0	0.5	-1.2	-1.2

ตารางที่ ข.9 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	56.9	57.6	56.6	56.9
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	63.3	63.6	62.6	63
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	61.9	61.9	61	61.3
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	58.2	58.2	56.9	57.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	68.5	69.2	67.9	67.9
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	58.9	59.3	58.3	58.6
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	60.6	60.6	59.2	59.2

ตารางที่ ข.10 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปัจจัย			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-0.5	0.7	-1.0	-0.5
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	0.0	0.5	-1.1	-0.5
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	0.5	0.5	-1.0	-0.5
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	0.5	0.5	-1.7	-1.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-0.6	0.4	-1.5	-1.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	0.0	0.7	-1.0	-0.5
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	0.5	0.5	-1.8	-1.8

ตารางที่ ข.11 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	53.6	53.6	60.5	60.5
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	57.2	60	66.9	69.3
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	55.6	58.3	65.3	67.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	54.6	54.6	61.6	61.6
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	61.9	65.2	72.3	75.9
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	54.2	55.6	62.6	63.6
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	54.2	57	63.9	66.3

ตารางที่ ข.12 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะของโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-6.3	-6.3	5.8	5.8
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-9.6	-5.2	5.7	9.5
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-9.7	-5.4	6.0	9.7
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-5.7	-5.7	6.4	6.4
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-10.2	-5.4	4.9	10.2
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-8.0	-5.6	6.3	8.0
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-10.1	-5.5	6.0	10.0

ตารางที่ ข.13 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	56	57.2	57.5	58.6
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	61.9	63.3	63.6	64.5
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	60.2	61.3	62	62.9
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	56.6	57.9	58.6	59.3
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	67.5	68.5	69.6	70.3
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	57.6	58.9	59.3	60.3
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	58.9	60.3	60.6	61.5

ตารางที่ ข.14 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"เอกสารเกี่ยวข้องกับโครงการ"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-2.1	0.0	0.5	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-2.2	0.0	0.5	1.9
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-2.3	-0.5	0.6	2.1
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-2.2	0.0	1.2	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-2.0	-0.6	1.0	2.0
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-2.2	0.0	0.7	2.4
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-2.3	0.0	0.5	2.0

ตารางที่ ข.15 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	54.5	55.5	59.9	59.9
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	60.6	60.6	65.9	65.9
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	59.3	59.3	64.6	64.6
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	55.7	55.7	60.9	60.9
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	65.9	65.9	71.3	71.3
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	56.3	57.3	61.6	61.6
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	57.3	59.3	62.6	62.6

ตารางที่ ข.16 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ลักษณะขององค์กร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-4.7	-3.0	4.7	4.7
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-4.3	-4.3	4.1	4.1
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-3.7	-3.7	4.9	4.9
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-3.8	-3.8	5.2	5.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-4.4	-4.4	3.5	3.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-4.4	-2.7	4.6	4.6
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-5.0	-1.7	3.8	3.8

ตารางที่ ข.17 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	55.6	56.5	58.6	59.3
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	61.5	62.6	64.6	65.2
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	60	61	62.9	63.5
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	56.3	57.3	59.2	59.9
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	66.9	68.3	70.2	70.5
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	57.3	58.3	60.2	60.9
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	58.2	59.6	61.6	61.9

ตารางที่ ข.18 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"ทรัพยากร"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-2.8	-1.2	2.4	3.7
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-2.8	-1.1	2.1	3.0
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-2.6	-1.0	2.1	3.1
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-2.8	-1.0	2.2	3.5
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-2.9	-0.9	1.9	2.3
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-2.7	-1.0	2.2	3.4
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-3.5	-1.2	2.2	2.7

ตารางที่ ข.19 การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	ค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	56.6	57.2	57.6	58
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	62.6	63	63.6	63.9
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	61	61.3	61.9	62.2
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	56.9	57.9	57.9	58.2
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	67.9	68.6	68.9	69.2
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	58.3	58.9	59.2	59.6
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	59.6	60.3	60.3	60.3

ตารางที่ ข.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนเมื่ออรรถประโยชน์ของปัจจัย"สภาพแวดล้อม"เปลี่ยนแปลงจาก -20% ถึง +20%

โครงการ	ค่าเริ่มต้นของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคน	%การเปลี่ยนแปลงของค่าอรรถประโยชน์รวมสำหรับกลุ่มคนหลังจากเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์			
		-20%	-10%	10%	20%
โครงการก่อสร้างที่ 1	57.2	-1.0	0.0	0.7	1.4
โครงการก่อสร้างที่ 2	63.3	-1.1	-0.5	0.5	0.9
โครงการก่อสร้างที่ 3	61.6	-1.0	-0.5	0.5	1.0
โครงการก่อสร้างที่ 4	57.9	-1.7	0.0	0.0	0.5
โครงการก่อสร้างที่ 5	68.9	-1.5	-0.4	0.0	0.4
โครงการก่อสร้างที่ 6	58.9	-1.0	0.0	0.5	1.2
โครงการก่อสร้างที่ 7	60.3	-1.2	0.0	0.0	0.0

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายภัคพงษ์ เหลืองบงกช
วัน เดือน ปีเกิด	5 พฤษภาคม 2526 ที่จังหวัดปราจีนบุรี
ที่อยู่	173/7 ซอย ดี1 หมู่บ้านสัมมากร ถ.รามคำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ 10240
ประวัติการศึกษา	2546 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2547 – ปัจจุบัน	ตำแหน่ง วิศวกรโยธา บริษัท ซีวิล เทคโนโลยี คอนซัลแตนท์ จำกัด