สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง

AN APPLICATION OF DECISION TREES ON SOLVING CONSTRUCTION MANAMENT PROBLEMS

T119443

กิฎากรณ์ กำหอม

ปช.
ก661ก
2553

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119443
วัน,เดือน,ปี 7 ธ.ค. 2554

b 18916799
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN APPLICATION OF DECISION TREES ON SOLVING CONSTRUCTION MANAMENT PROBLEMS

KIDAGORN KAMHOM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง
	An application of decision trees on solving construction management problems
นักศึกษา	กิฎากรณ์ กำหอม รหัสประจำตัว 50010098
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์	
ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช	
ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	
รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง	

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 16 เดือน มีค. พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง
	An application of decision trees on solving construction management problems
นักศึกษา	กิฎากรณ์ กำหอม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

ในการตัดสินใจในการบริหารงานก่อสร้าง ผู้ตัดสินใจจะวิเคราะห์ทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา ผ่านการใช้เทคนิคการตัดสินใจที่จะพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการนำทฤษฎีการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้างมีการนำมาใช้น้อยมาก จึงอาจจะส่งผลให้การตัดสินใจดังกล่าวเลือกทางเลือกที่ไม่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงการนำทฤษฎีการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้มาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้าง วิธีการวิจัยเริ่มต้นด้วยการศึกษากระบวนการตัดสินใจ ทฤษฎีเบย์ และทฤษฎีการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ตามลำดับ ต่อมาได้แสดงตัวอย่างกรณีศึกษาการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้างด้วยทฤษฎีการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้ ผลที่ได้จากการวิจัยแสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้ที่ชัดเจนขึ้นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง ทำให้การแก้ปัญหาดังกล่าวมีเหตุผลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : An application of decision trees on solving construction management problems

Name : Kidagorn Kamhom

Field : Civil Engineering

Department : Civil Engineering

Faculty : Engineering

Advisor : Assoc.Prof.Dr.Jakrapong Pongpeng

ABSTACT

In decision on construction management, decision makers analyse alternatives to choose the best solution for solving problems through using multieriteria decision making techniques. However, the literature review shows that decision theories, especially in decision trees, have been little used in solving construction management problem, which may lead to choosing not the best alternative. As such, this research was aimed to demonstrate an application of decision trees on solving construction management problems. The research method started with studying decision–making process, Baye's theorem, and decision trees. Then, examples of decision trees on solving construction management problems were shown. The results show a clearer body of knowledge about using decision trees in construction management, resulting in rationale in solving problems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณา และความอนุเคราะห์ของท่าน รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์นี้ โดยตลอดเวลาท่านได้ให้ความช่วยเหลือให้การสั่งสอน และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาของการทำงาน อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงทักษะทางด้านการใช้ภาษาและการนำเสนอผลงาน ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ซึ่งถือเป็นสิ่งมีค่าที่ข้าพเจ้าได้รับตลอดเวลาที่ทำปริญญานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าจึงขอกล่าวขอบคุณและขอแสดงความนับถือแด่ รศ.ดร.จักรพงษ์ พงเพ็ง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่านซึ่งได้แก่ ดร.วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์ ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช และผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร ซึ่งช่วยให้สามารถปรับปรุงปริญญานิพนธ์นี้ให้มีความเหมาะสมและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังต้องขอขอบพระคุณ บรรดาคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ทางชาการและความรู้ทั่วไปแก่ข้าพเจ้า จนสามารถนำความรู้เหล่านี้มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ และในที่สุดทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาและสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่มอบความรัก ความห่วงใยและให้การสนับสนุนอย่างดีเสมอมา ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า และที่ลืมไม่ได้เลยคือเพื่อน ๆ สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังรุ่นที่ 30 ทุกคนที่ช่วยเหลือกันและกันเสมอมา

กิฎากรณ์ กำหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามคำศัพท์

ทางเลือก

ทางเลือกที่จะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้ การแก้ปัญหาประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ตัวแปรหรือตัวประกอบ และเป้าหมายหรือจุดประสงค์ ซึ่งจะทำให้สามารถเปรียบเทียบทางเลือกทุกทางได้

ทางเลือกที่ดีที่สุด

ทางเลือกที่ดีที่สุดคือแนวทางออกที่ทุกคนที่มีอำนาจตัดสินใจลงมติว่าเป็นแนวทางออกที่สามารถปฏิบัติได้ด้วยความมั่นใจ

ค่าความน่าจะเป็น

โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่จะสามารถเกิดขึ้นได้นั้น ๆ หารด้วยโอกาสที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งหมด ซึ่งค่าสูงสุดจะเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นที่มีโอกาสเกิดขึ้น 100%

ค่าเงินคาดหวัง

ค่าเงินที่นำมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยอาจมาจะจากค่าเงินสูญเสียหรือค่าเงินได้ซึ่งต่างก็เรียกว่าค่าเงินคาดหวังทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

นิยามคำศัพท์..... IV

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....1

1.2 ปัญหาของโครงงานวิจัย.....1

1.3 วัตถุประสงค์..... 1

1.4 ขอบเขตของโครงงานวิจัย.....1

1.5 วิธีการวิจัยโครงงาน.....1

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....3

2.1 บทนำ.....3

2.2 กระบวนการตัดสินใจ.....3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 สรุป..... 7

บทที่ 3 กรอบทฤษฎี..... 8

3.1 บทนำ..... 8

3.2 การตัดสินใจ..... 9

3.3 ทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้.....11

3.4 ทฤษฎีเบย์.....16

บทที่ 4 การประยุกต์ใช้ทฤษฎี.....19

4.1 บทนำ..... 19

4.2 การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการบริหารงานก่อสร้าง.....19

4.3 สรุป..... 25

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 26

5.1 สรุปผลการวิจัย.....26

5.2 ข้อเสนอแนะ.....27

เอกสารอ้างอิง.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ตารางผลตอบแทนตัวอย่าง 3.1.....9

3.2 ตารางค่าเสียโอกาสตัวอย่างที่ 3.1.....10

3.3 แสดงการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นด้วยทฤษฎีเบย์..... 18

4.1 ค่าใช้จ่ายของการออกแบบสะพานชั่วคราว..... 19

4.2 ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหว.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงกระบวนการตัดสินใจ.....5

3.1 แสดงผังการตัดสินใจ.....13

3.2 แสดงแผนภูมิต้นไม้สำหรับป้องกันแผ่นดินไหว.....15

3.3 อธิบายความหมายและสมการของทฤษฎีเบย์.....16

4.1 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการออกแบบสะพานชั่วคราว....21

4.2 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการป้องกันอุปกรณ์จากน้ำ.....22

4.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการส่งใบประกวดร าคา.....24

5.1 สรุปขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้..... 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree) เป็นเทคนิคหนึ่งในทฤษฎีการตัดสินใจ เพื่อที่จะทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุดในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง เนื่องจากการตัดสินใจในงานก่อสร้างนั้นจะเกิดผลกระทบกับทั้งชีวิต ทรัพย์สิน และคุณภาพของงานที่ออกมา ซึ่งหมายถึงจะเกิดผลกระทบทั้งระยะสั้นและระยะยาวจากการตัดสินใจ ดังนั้นการตัดสินใจในการบริหารงานก่อสร้างนั้น ผู้ตัดสินใจจะต้องวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด และแผนภูมิต้นไม้ ก็เป็นอีกเทคนิคที่ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อทำการตัดสินใจหาทางเลือกนั้นได้

1.2 ปัญหาของโครงงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ในปัจจุบันแผนภูมิต้นไม้ ได้มีการนำมาใช้กับการบริหารงานก่อสร้างและงานด้านอื่นๆบางส่วนแล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมอย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจจะส่งผลให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้างทำได้ไม่ดีมากนัก

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

เพื่อแสดงให้เห็นถึง การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง

1.4 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

โครงงานวิจัยนี้เป็นการนำวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้ เพื่อประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาในการบริหารงานก่อสร้าง

1.5 วิธีการวิจัยโครงงาน

- ศึกษาข้อมูลทฤษฎีการตัดสินใจเบื้องต้น และการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้
- แสดงตัวอย่างการแก้ไขปัญหาการบริหารงานก่อสร้างเบื้องต้นโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้
- แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง และงานด้านอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ผลที่ได้รับ

องค์ความรู้ที่ชัดเจนขึ้นในการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้างและงานด้านอื่น ๆ

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

ผู้ปฏิบัติงานในด้านการก่อสร้าง และผู้ปฏิบัติงานด้านอื่นๆที่ต้องใช้การตัดสินใจในการปฏิบัติงานมีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ ในการตัดสินใจแก้ปัญหาในการบริหารงานก่อสร้างและการบริหารงานทั่วไป ซึ่งจะส่งผลให้มีการนำแผนภูมิต้นไม้ ไปประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจในสถานการณ์อื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการตัดสินใจที่เป็นระบบ และมีเหตุมีผลในการตัดสินใจในการบริหารงานก่อสร้างรวมทั้งในการปฏิบัติงานด้านอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 บทนำ

ในการตัดสินใจ ผู้ทำการตัดสินใจจะทำการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่มีอยู่มากที่สุด ซึ่งในการตัดสินใจนั้น มีปัจจัยต่างๆมากมายที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ทำให้หากทำการตัดสินใจโดยไม่มีหลักการวิเคราะห์ หรืออาจจะมีแต่มีน้อยมาก การตัดสินใจนั้นมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดขึ้นได้ และการตัดสินใจนั้นอาจจะมีผลกระทบกับสิ่งที่ทำการตัดสินใจทั้งระยะสั้นและระยะยาวได้ ดังนั้น หากเราจะทำการตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จำเป็นจะต้องมีข้อมูล และหลักในการตัดสินใจที่มากเพียงพอ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการตัดสินใจวิเคราะห์ข้อมูลของเราให้ดียิ่งขึ้น

ในงานก่อสร้างในปัจจุบันได้มีปัจจัยที่มีผลกับการบริหารงานก่อสร้างหลายปัจจัย ทำให้การตัดสินใจที่จะเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดนั้นทำได้ยากยิ่งขึ้น เราจึงต้องอาศัยจากทั้งข้อมูลและหลักการต่าง ๆ ในทฤษฎีการตัดสินใจ เพื่อที่จะทำให้เกิดการบริหารงานก่อสร้างที่ดียิ่งขึ้น ได้รับผลตอบแทนที่สูงที่สุด และการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่ทำการวิเคราะห์ขึ้นมา ทฤษฎีแผนภูมิต้นไม้ ก็เป็นอีกทฤษฎีที่จะช่วยให้การตัดสินใจมีหลักการมากยิ่งขึ้น และสามารถเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อแก้ไขปัญหา รวมทั้งตัดสินใจเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่สูงที่สุดอีกด้วย

ดังนั้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาทฤษฎี แผนภูมิต้นไม้ ในหัวข้อถัดไป จะอธิบายถึงกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการศึกษาในหัวข้อ ทฤษฎีแผนภูมิต้นไม้ได้ดียิ่งขึ้น

2.2 กระบวนการตัดสินใจ

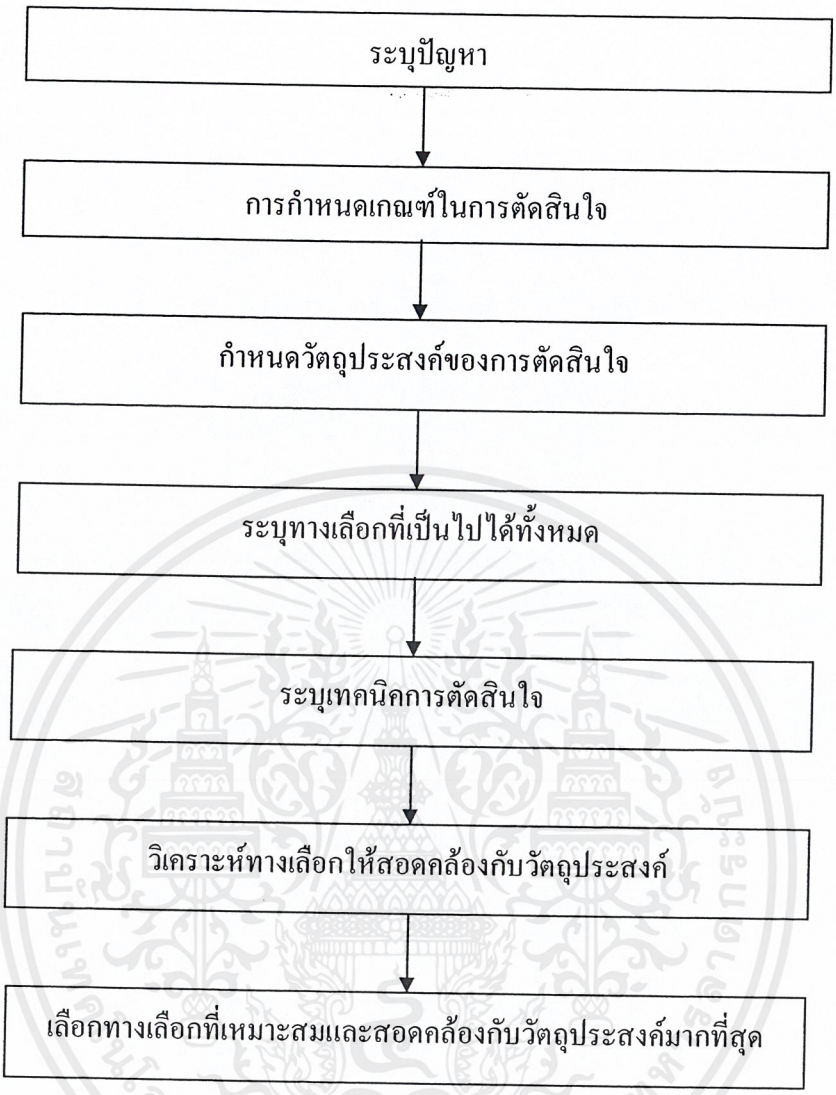
กระบวนการตัดสินใจหมายถึง หมายถึง การกำหนดขั้นตอนของการตัดสินใจตั้งแต่ขั้นแรกไปจนถึงขั้นสุดท้าย การตัดสินใจโดยมีลำดับขั้นดังกล่าวเป็นการตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุผลซึ่งพิจารณาจากปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยจากปัญหาต่าง ๆ มากมายทำให้ผู้บริหารงานก่อสร้างต้องทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการไขปัญหาต่าง ๆ นั้น การตัดสินใจเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการแก้ไขปัญหา ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การตัดสินใจเป็นหน้าที่ที่มีความสำคัญประการหนึ่งของผู้บริหารงานในทุก ๆ ด้าน กระบวนการตัดสินใจจึงเป็นส่วนสำคัญในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ผู้ทำการตัดสินใจต้องมีความเข้าใจอย่างมากถึงข้อมูลพื้นฐาน วัตถุประสงค์ รวมทั้งการพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ต่าง ๆ นอกจากนั้นผู้ทำการตัดสินใจยังต้องทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างลึกซึ้งถึงผลลัพธ์ที่ตามมาของทางเลือกแต่ละทางเลือก จึงสามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจได้ดังรูปที่ 2.1 และรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

- ระบุปัญหา
- การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจ
- กำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ
- ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- ระบุเทคนิคการตัดสินใจ
- วิเคราะห์ทางเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- เลือกทางเลือกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการตัดสินใจ

2.2.1 ระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนแรกสุดของกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งเป็นข้อที่ทำให้เกิดการตัดสินใจขึ้นมา การระบุปัญหามี ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะการระบุปัญหาให้ถูกต้องหรือไม่นั้น ย่อมมีผลต่อการดำเนินการในขั้นตอน ต่อ ๆ ไปของกระบวนการตัดสินใจซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการตัดสินใจด้วย ดังนั้น ผู้ทำการตัดสินใจจึงควรระมัดระวังมิให้เกิดความผิดพลาดในการระบุปัญหา ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นสรุปได้จากปัจจัย 3 ประการ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความคิดเห็นกับความต้องการของแต่ละบุคคล
- สิ่งที่ปฏิบัติจริงอยู่ในปัจจุบัน
- วิธีการหวังสิ่งที่ทำให้ไปถึงจุดหมาย

2.2.2 การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจ

เมื่อสามารถสร้างปัญหาได้เหมาะสมแล้ว ผู้ทำการตัดสินใจควรพิจารณาถึงข้อจำกัดต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ โดยพิจารณาจากประเด็นที่สัมพันธ์กับสิ่งที่จะต้องตัดสินใจ เช่น กำลังคน เงินทุน เครื่องจักร สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เป็นต้น รวมทั้งเวลาซึ่งมักเป็นปัจจัยจำกัดที่พบอยู่เสมอ ๆ การรู้ถึงข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจกำหนดขอบเขตในการพัฒนาทางเลือกให้แคบลงได้

2.2.3 กำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ

การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ทำการตัดสินใจมีแนวทางที่ความชัดเจนในการแก้ปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการตัดสินใจนั้น ผู้กำหนดวัตถุประสงค์ต้องสามารถอธิบายให้ผู้ปฏิบัติอื่น ๆ เข้าใจ รวมถึงการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ดีนั้นต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่จะตามมาหลังจากการนำไปปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

2.2.4 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การระบุทางเลือกเป็นสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นในการตัดสินใจ เนื่องจากถ้ามีทางเลือกเดียว จะไม่เกิดทฤษฎีการเปรียบเทียบของการตัดสินใจ ในการระบุทางเลือกนั้น อาจมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่มาเกี่ยวข้อง เช่น ปัจจัยจากประสบการณ์ของผู้ที่ทำการระบุทางเลือก หรือของกลุ่มบุคคลที่ทำการระบุทางเลือก ดังนั้นก่อนที่จะทำการเลือกว่า แนวทางใดเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดนั้น ผู้ตัดสินใจต้องทำการวิเคราะห์ถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการเลือกใช้ทางเลือกต่างๆที่มาจากการคิดวิเคราะห์หาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดอย่างถี่ถ้วน

2.2.5 ระบุเทคนิคการตัดสินใจ

การระบุเทคนิคการตัดสินใจคือ การใช้ระบุเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการตัดสินใจ เพื่อที่จะได้คำตอบของวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องที่สุดจากปัญหาที่เราระบุขึ้นมา ต้องมีการใช้เทคนิคต่างๆในการตัดสินใจ ไม่ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นเทคนิคการตัดสินใจแบบแผนภูมิต้นไม้ หรือเทคนิคซิมูเลชั่น และเทคนิคต่าง ๆ อีกมากมายที่มีอยู่ในหลักการและทฤษฎีการตัดสินใจ ซึ่งจะมีผลให้เกิดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของปัญหามากที่สุด เกิดผลตอบแทนสูงสุด และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดได้

2.2.6 วิเคราะห์ทางเลือกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

เมื่อผู้ทำการตัดสินใจได้ทำการกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดและระบุเทคนิคการตัดสินใจแล้ว ผู้ทำการตัดสินใจต้องนำผลต่าง ๆ ที่ได้จากทฤษฎีต่าง ๆ ของการตัดสินใจ มาเปรียบเทียบวิเคราะห์ เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของทางเลือกทั้งหมด

2.2.7 เลือกทางเลือกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ในท้ายที่สุดจะต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากผลลัพธ์ทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ทางเลือกเพียงทางเลือกเดียว โดยวิเคราะห์และพิจารณาจากเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด (วัฒนาวดี จิตรภักดี. 2531)

2.3 สรุป

การตัดสินใจเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการณ์แก้ไขปัญหา กล่าวได้ว่าการตัดสินใจเป็นหน้าที่ที่มีความสำคัญลำดับต้นๆของผู้บริหารงานด้านต่าง ๆ ดังนั้นผู้ทำการตัดสินใจต้องมีความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี

และจากการทบทวนวรรณกรรม อาจกล่าวได้ว่า การตัดสินใจที่ดี คือ ความสามารถที่จะผสมผสานข้อมูล ประสบการณ์ทฤษฎีและความคิด เห็นต่าง ๆ ที่ชัดเจน หรือเป็นปัญหาที่ยังไม่ยุติและยังไม่แน่นอน เข้ากับการคาดเดา โดยใช้สัญชาติญาณสามัญสำนึก ทฤษฎีของผู้นำและสมาชิกคนอื่น ๆ รวมทั้งจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปว่าควรจะดำเนินการอะไร อย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้วิเคราะห์กันขึ้นมา ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนหาผลลัพธ์ที่เป็นผลตอบแทนที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
กรอบทฤษฎี

3.1 บทนำ

สำหรับปัญหาที่สลับซับซ้อนยากจะทำการตัดสินใจ หากต้องการทำให้เกิดการตัดสินใจที่เป็นระบบมากยิ่งขึ้น อาจจะต้องใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theory) เข้าช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree) ก็เป็นรูปแบบหนึ่งที่จะทำให้ปัญหาที่สลับซับซ้อนเกิดการตัดสินใจที่เป็นระบบมากยิ่งขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาทฤษฎีการตัดสินใจแบบแผนภูมิต้นไม้มาประยุกต์ใช้ในการบริหารงานก่อสร้าง ซึ่งสามารถทำการตัดสินใจให้เกิดผลกำไรสูงสุด ต้นทุนต่ำสุด รวมทั้งเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการตัดสินใจในการบริหารงานก่อสร้าง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่นิยมใช้ในการบริหารงานขององค์กรต่างๆในปัจจุบัน แต่ยังไม่ทั่วถึงทั้งหมด ทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้เป็นทฤษฎีที่มีจุดแข็งคือไม่ได้พิจารณาเกณฑ์ต่าง ๆ ว่าทั้งหมดมีความเท่ากัน ซึ่งต่างจากหลาย ๆ ทฤษฎีที่มีการพิจารณาทั้งหมดมีความเท่ากัน เช่น เกณฑ์ลาปลาซ (Laplace Criterion) และอีกหลาย ๆ ทฤษฎี ดังนั้น ในการนำทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้มาช่วยในการตัดสินใจนั้น จึงได้มีการนำทฤษฎีในการหาค่าเกณฑ์ต่างๆในการพิจารณาที่ไม่เท่ากันมาประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ เพื่อให้เกณฑ์ต่างๆที่นำมาพิจารณาสอดคล้องกับความเป็นจริงเพิ่มมากขึ้น ทำให้ได้ผลกำไรสูงสุด ใช้ต้นทุนน้อยสุด และทำการตัดสินใจให้สอดคล้องกับปัญหามากที่สุด ซึ่งทฤษฎีของเบย์ (Baye's theorem) เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการประยุกต์ใช้ในการหาเกณฑ์ที่มีความไม่เท่ากันนั้น รายละเอียดของทฤษฎีการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ และทฤษฎีของเบย์จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

3.2 การตัดสินใจ

การตัดสินใจ จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้ทำการตัดสินใจ จำเป็นต้องเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง ในหลาย ๆ ทางเลือกเพื่อผลประโยชน์ที่ดีที่สุด และการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับอนาคตจะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากเพราะเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นเรื่องที่ไม่แน่นอน ซึ่งไม่มีใครทราบว่าจะสอดคล้องกับทางเลือกที่ได้ตัดสินใจเลือกไว้หรือไม่ เช่น ผู้ผลิตรายหนึ่งเตรียมผลิตเสื้อหนาวไว้จำนวนมากเพื่อรอขายในฤดูหนาว ปรากฏว่า เมื่อถึงฤดูหนาวกลับไม่หนาว แต่ถ้าทราบแน่นอนว่าฤดูหนาวที่จะมาถึงนี้ไม่หนาว ผู้ผลิตก็จะไม่ผลิตเสื้อกันหนาวเตรียมไว้มาก จากกรณีดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่า ถ้าทราบเหตุการณ์ล่วงหน้า ก็จะหาวิธีปฏิบัติให้เหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ง่าย การตัดสินใจก็จะเป็นไปโดยง่าย (ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในกรณีนี้) แต่ถ้าไม่ทราบเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก็จะยากตามไปด้วย ซึ่งจะแบ่งหลักในการตัดสินใจออกเป็น 2 กรณีดังนี้

3.2.1 การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นนอน (Decision Making Under Uncertainty)

ความไม่แน่นอนคือการไม่รู้อะไรเลยเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ไม่มีข้อมูลหรือความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือไม่สามารถคาดเดาได้เกี่ยวกับอนาคต วิธีการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์นี้มีดังต่อไปนี้

3.2.1.1 MaxiMax Criterion_เป็นการตัดสินใจโดยเลือก สิ่งที่ดีที่สุดก่อนในแต่ละทางเลือก(พิจารณาทีละทางเลือกโดยดูทุกเหตุการณ์) แล้วเลือกดีที่สุดของดีที่สุดอีกครั้งหนึ่ง (วิธีนี้ผู้ตัดสินใจเลือกเฉพาะทางที่ดีที่สุดเท่านั้น) ผู้ที่ใช้วิธีนี้จัดเป็นผู้ที่มองโลกในแง่ดี

3.2.1.2 MaxiMin Criterion_ มีหลักในการตัดสินใจคือเลือกผลได้ที่น้อยที่สุดในแต่ละทางเลือกการณ์ จากนั้นเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ผู้ที่ใช้วิธีนี้มักเป็นผู้ที่มองโลกในแง่ร้ายและไม่ค่อยกล้าเสี่ยง

3.2.1.3 Minimax Regret Criterion เป็นวิธีที่ใช้หลักค่าเสียโอกาส คือต้องสร้างตารางค่าเสียโอกาสขึ้นมาก่อน จากนั้นเลือกค่าเสียโอกาสสูงสุดในแต่ละทางเลือกแล้วก็เลือกทางเลือกที่มีค่าเสียโอกาสน้อยที่สุด

ตัวอย่างที่ 3.1 สมมุติว่าผู้ตัดสินใจมีทางเลือก 4 ทางเลือก และ 4 สถานะของธรรมชาติตามตารางผลตอบแทนดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางผลตอบแทนตัวอย่าง 3.1

	State of Nature			
Decition Alternative	*1	*2	*3	*4
A1	15	13	12	9
A2	12	11	9	10
A3	9	10	7	12
A4	7	10	8	12

โดยสมมุติว่า ผู้ตัดสินใจไม่รู้ค่าของสถานะของธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) ใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบค่ามากที่สุดจากค่าน้อยที่สุด (maximin) ในการเลือกทางเลือก

(b) ใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบค่ามากที่สุดจากค่ามากที่สุด (maximax) ในการเลือกทางเลือก

(c) ใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบค่าเสียโอกาสสูงสุดจากค่าเสียโอกาสน้อยที่สุด (minimax) ในการเลือกทางเลือก

วิธีทำ

(a) ค่ามากที่สุดจากค่าน้อยที่สุด คือ การเลือกค่าน้อยที่สุดออกมาก่อน หลังจากนั้นจึงทำการเลือกค่าที่มากที่สุดจากค่าน้อยสุดที่เลือกมาก่อนหน้า ดังนั้นค่ามากที่สุดของแต่ละทางเลือกได้แก่

A1 = 9 , A2 = 9 , A3 = 7 , A4 = 7

ค่ามากที่สุด คือ 9 ซึ่งทั้ง A1 และ A2 ได้ค่า = 9 ดังนั้น หากใช้เกณฑ์Maximinจึงเกิดทางเลือก 2 ทางเลือก คือ A1 และ A2

(b) ค่ามากที่สุดจากค่ามากที่สุด คือ การเลือกค่ามากที่สุดออกมาก่อน หลังจากนั้นจึงทำการเลือกค่าที่มากที่สุดจากค่ามากที่สุดที่เลือกมาก่อนหน้า ดังนั้นค่ามากที่สุดของแต่ละทางเลือกได้แก่

A1 = 15 , A2 = 12 , A3 = 12 , A4 = 12

ค่ามากที่สุด คือ 15 ซึ่ง A1 ได้ค่า = 15 ดังนั้น หากใช้เกณฑ์Maximaxจะทำการเลือกทางเลือก คือ A1

(c) สำหรับวิธี Minimax regreat ขั้นแรกต้องสร้างตารางค่าเสียโอกาสก่อน การสร้างตารางค่าเสียโอกาสต้องพิจารณาทีละเหตุการณ์ ให้ค่าที่ดีที่สุดในแต่ละทางเลือกมีค่าเสียโอกาสเป็น 0

ตารางที่ 3.2 ตารางค่าเสียโอกาสตัวอย่างที่ 3.1

	State of Nature			
Decition Alternative	*1	*2	*3	*4
A1	15 – 15 = 0	15 – 13 = 2	15 – 12 = 3	15 – 9 = 6
A2	12 – 12 = 0	12 – 11 = 1	12 – 9 = 3	12 – 10 = 2
A3	12 – 9 = 3	12 – 10 = 2	12 – 7 = 5	12 – 12 = 0
A4	12 – 7 = 5	12 – 10 = 2	12 – 8 = 4	12 – 12 = 0

เมื่อสร้างตารางค่าเสียโอกาสได้แล้ว ขั้นต่อไปให้เลือกค่าที่มากที่สุดในแต่ละทางเลือก จากนั้นให้เลือกค่าที่น้อยที่สุดจากค่าที่ได้เลือกไว้ ดังตารางที่ 3.2

A1 = 6 , A2 = 3 , A3 = 5 , A4 = 5 ซึ่งได้ค่าที่น้อยที่สุดคือ A2 = 3 จึงเป็นทางเลือกโดยใช้เกณฑ์ minimax

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก และการตัดสินใจในครั้งหลังขึ้นอยู่กับผลของการตัดสินใจที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้

การวิเคราะห์แบบแผนภูมิต้นไม้เป็นการแสดงขบวนการตัดสินใจซึ่งจะบอกทางเลือก นั่นคือ วิธีการตัดสินใจ ความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก รวมทั้งบอกค่าเงินคาดหวัง (Expected Monetary Value,EMV) เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก การวิเคราะห์นำมาแสดงให้เห็นในรูปแผนภูมิต้นไม้ โดยเริ่มจากจุดที่ต้องตัดสินใจ ซึ่งกิ่งก้านจะใช้แทนทางเลือกต่างๆ

เมื่อปัญหาคลี่คลายออกไปหรือเวลาผ่านไป ผู้ทำการตัดสินใจอาจจะพบทางเลือกใหม่ๆ หรือได้ผลลัพธ์/ผลตอบแทนในขั้นสุดท้าย และทำการตัดสินใจคัดสรรทางเลือกที่คาดว่าจะได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ความน่าจะเป็นของผลตอบแทนที่ดีที่สุดจะแสดงไว้ที่กิ่งก้านสาขาของเหตุการณ์ ผลตอบแทนเฉลี่ยที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จากปลายกิ่งของต้นไม้ โดยคำนวณย้อนกลับไปจากทางขวาสุดของกิ่งก้านมาทางซ้ายสุด ซึ่งตรงข้ามกับการเขียนแผนภูมิต้นไม้ที่จะเขียนจากซ้ายไปขวา

การตัดสินใจแบบแผนภูมิต้นไม้ มีสัญลักษณ์ที่สำคัญดังนี้

———— เส้นตรง แสดงถึง ทางเลือกหรือสภาวการณ์ที่เกิดขึ้นและเป็นไปได้ บนเส้นนี้อาจจะมีข้อมูล ชื่อทางเลือก ชื่อเหตุการณ์ ความน่าจะเป็น ผลได้/ผลสูญเสีย อย่างใดอย่างหนึ่ง

□ สี่เหลี่ยม แสดงถึง ปมการตัดสินใจ (Decision Node) คือ จุดที่ต้องมีการตัดสินใจ และเส้นตรงหลังสี่เหลี่ยมหมายถึงทางเลือกที่ใช้ตัดสินใจ

○ วงกลม แสดงถึง ปมของโอกาสที่เหตุการณ์/ทางเลือกต่าง ๆ จะเกิดขึ้น (Chance Node) คือ จุดที่ระบุว่ามีสภาวการณ์ต่างๆเกิดขึ้น เส้นตรงหลังวงกลมหมายถึงสภาวการณ์ที่เกิดขึ้นหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ไปสิ้นสุด

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขา

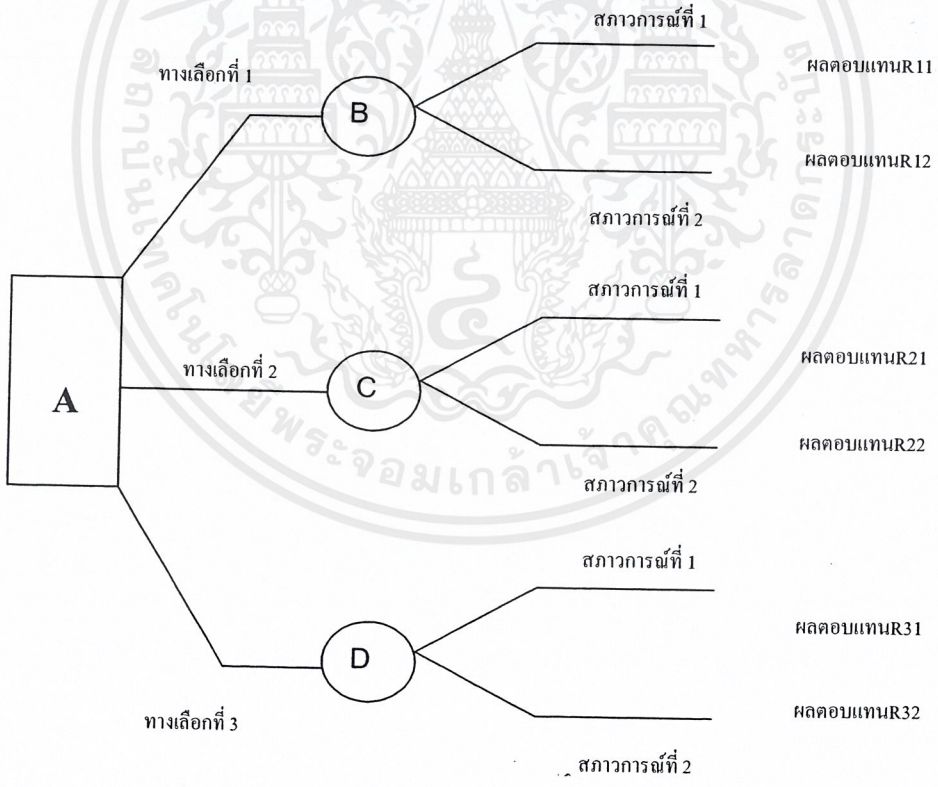
- ระบุปัญหา
- ร่างโครงสร้างการวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขา
- ระบุความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก
- ประเมินผลตอบแทนที่คาดหวัง (EMV) ของแต่ละทางเลือก
- วิเคราะห์ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ ด้วยการคำนวณย้อนหลังไปจากทางขวาสุดของกิ่งก้านมาทางซ้ายสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่าเงินคาดหวังสำหรับแต่ละปม

- เริ่มต้นที่ผลได้สุดท้ายด้านปลายสุดของเส้นกิ่ง (จากขวามาซ้าย)
- คำนวณค่าเงินคาดหวังสำหรับแต่ละปม
- คำนวณค่าเงินคาดหวังของปมโอกาสทุกปมที่อยู่ใกล้กับผลลัพธ์สุดท้ายมากที่สุด
- ในปมโอกาสที่ใกล้กับผลลัพธ์มากที่สุด (จากขวามาซ้าย) ทำดังนี้
  - เปรียบเทียบค่าเงินคาดหวังของทุกทางเลือก
  - เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ที่มีค่าเงินคาดหวังดีที่สุด
  - ชี้ให้เห็นว่าปมโอกาสปมใดจะไม่ถูกพิจารณาต่อ
  - กำหนดค่าเงินคาดหวังของทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับจุดของการตัดสินใจ (Decision Node)
  - ทำแบบเดียวกันในระดับถัดไป จนกระทั่งถึงปมการตัดสินใจ
  - เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของแผนผังการตัดสินใจ ดังรูปที่3.1



รูปที่ 3.1 แสดงผังการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าทุกครั้ง หลังจุดตัดสินใจ □ จะเป็นทางเลือกต่างๆ ในขณะที่หลังเครื่องหมาย ◯ จะเป็นสภาวการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

ข้อสังเกตในการเขียนแขนงการตัดสินใจ

1. สร้างจากด้านซ้ายไปขวา
2. ทางเลือกต้องมากกว่า 1ทาง
3. สภาวการณ์ต้องเกิดอย่างน้อย 1 สภาวการณ์

3.3.2 ตัวอย่างการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

ตัวอย่างที่ 3.2 คุณต้องการซื้อบ้านราคา 3,000,000 บาท ในเชียงใหม่ แต่บ้านตั้งอยู่บนเนิน 45 องศา และอาจเกิดผลกระทบจากดินถล่มที่อาจเกิดจากการเกิดแผ่นดินไหว จากสถิติในท้องที่ทำให้รู้ทราบว่าบ้านมีโอกาส 10% ที่จะเสียหายเนื่องจากอาจเกิดแผ่นดินไหว หากเกิดแผ่นดินไหวดังกล่าวก็จะเกิดที่ระดับ "ปานกลาง" ความน่าจะเป็นคือ 90% และระดับ "รุนแรง" ด้วยความน่าจะเป็น 10% คุณมีทางเลือก 3 ทางเลือก ดังนี้

(1) ไม่ทำการป้องกันแผ่นดินไหว ต้องจ่ายค่าบ้านที่ 3,000,000 บาท และหากเกิดแผ่นดินไหวจะเสียหาย 500,000 บาท และ 1,000,000 บาท หากเกิดแผ่นดินไหวระดับปานกลาง และรุนแรงตามลำดับ

(2) ออกแบบฐานรากของบ้านเพื่อป้องกันแผ่นดินไหว ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมคือ 150,000 บาท ซึ่งจะต้านได้แค่แผ่นดินไหวระดับปานกลาง โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าซื้อบ้านเริ่มต้นด้วย หากเกิดแผ่นดินไหวระดับรุนแรงจะเกิดค่าเสียหาย 400,000 บาท

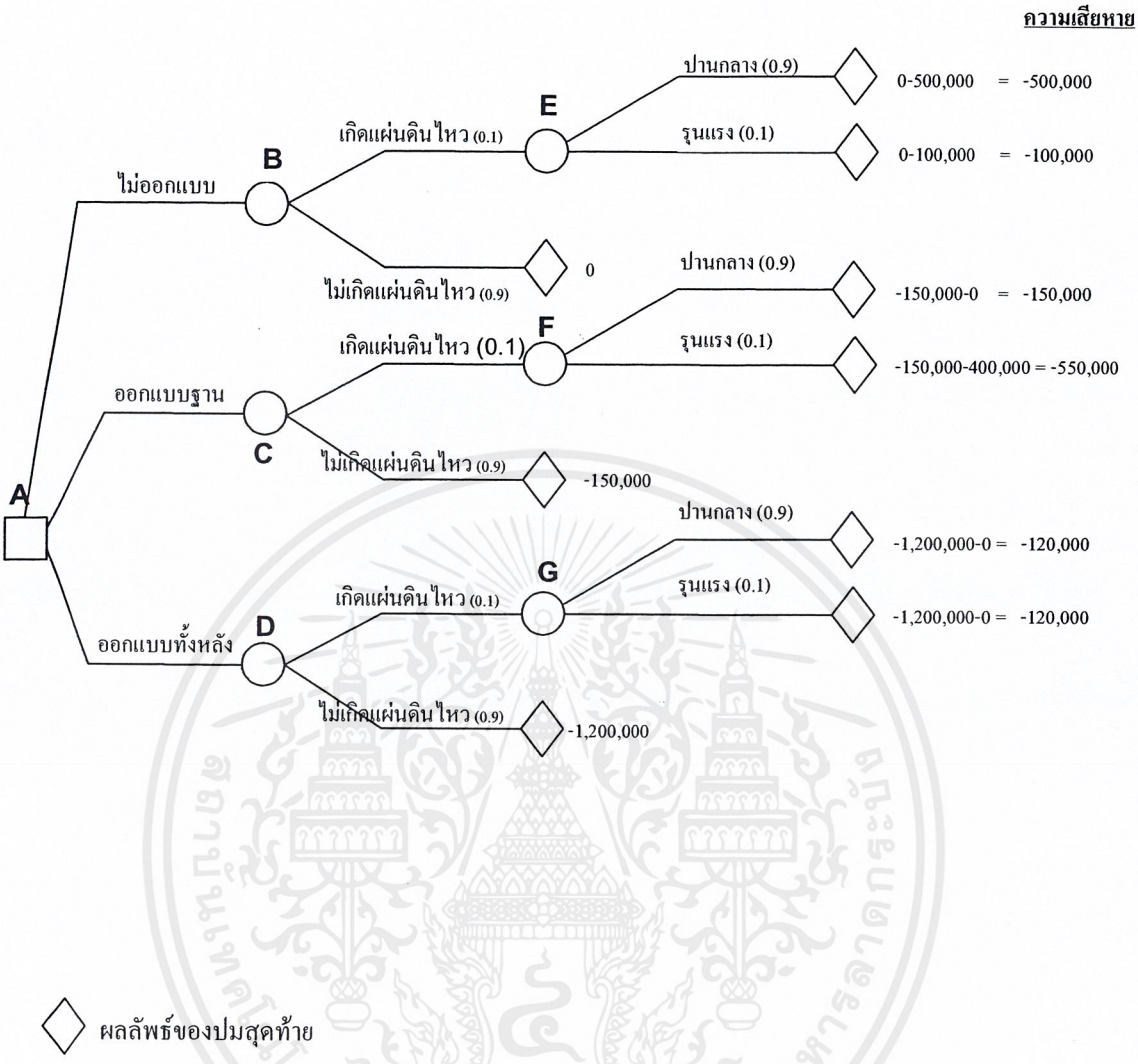
(3) จ่ายค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม 1,200,000 บาท สำหรับการออกแบบบ้านเพื่อให้อยู่รอดได้แม้จะเกิดแผ่นดินไหวระดับรุนแรงก็ตาม

เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดหากคิดถึงเฉพาะค่าของเงินเท่านั้น

วิธีทำ

จากกรณีศึกษาสามารถวาดแผนภูมิต้นไม้ได้ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนภูมิต้นไม้สำหรับป้องกันแผ่นดินไหว

ค่าความเสียหายรวม

E

ปานกลาง	= (-500,000-300,000)(0.9)	=	-3,150,000
รุนแรง	= (-1,000,000-3,000,000)(0.1)	=	-400,000
	= -3,150,000-400,000	=	-3,550,000
	= (-3,150,000)(0.1)+(-400,000)(0.9)	=	-355,000กรณีไม่ออกแบบ ณ จุด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F

ปานกลาง	= (-150,000-3,000,000)(0.9)	=	-2,835,000
รุนแรง	= (-150,000-3,000,000-400,000)(0.1)	=	-355,000
	= -2,830,000-355,000	=	-3,190,000
	= (-3,190,000)(0.1)+(-150,000)(0.9)	=	-454,000กรณีออกแบบฐานรากจุดC

G

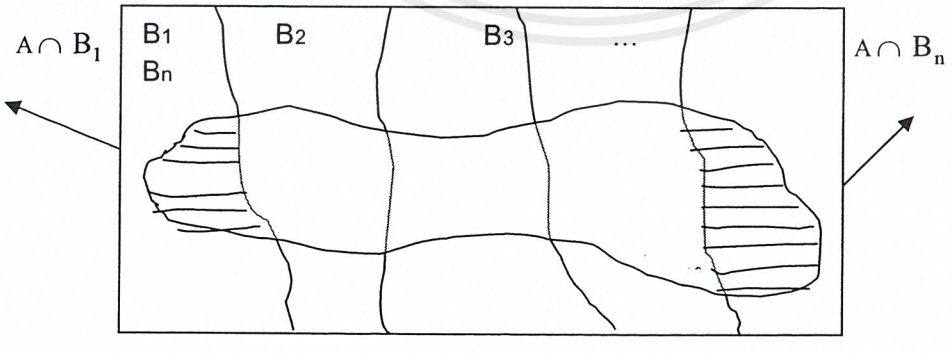
ปานกลาง	= (-1,200,000-3,000,000-0)(0.9)	=	-3,780,000
รุนแรง	= (-1,200,000-3,000,000-0)(0.1)	=	-420,000
	= -3,780,000-42,000	=	-4,200,000
	= (-4,200,000)(0.1)+(-1,200,000)(0.9)	=	-1,500,000กรณีออกแบบฐานราก จุด D

จะเห็นว่าค่าที่สูญเสียน้อยที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยวิธีการหาค่าเงินคาดหวัง ซึ่งในที่นี้ คือ จุด B นั่นคือการไม่ได้ออกแบบป้องกันแผ่นดินไหวเลย (Wakefield, 1997)

3.4 ทฤษฎีเบย์

ถ้าจะกล่าวอย่างไม่เป็นทางการ ทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์แปลความหมายของคำว่าความน่าจะเป็น เป็นความเชื่อมั่นส่วนบุคคลในเหตุการณ์หนึ่ง โดยในทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์นั้นมอง ความน่าจะเป็น, สถิติ หรือการอนุมานเป็นเรื่องเดียวกัน เราสามารถนำทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์มาอ้างความน่าจะเป็นได้ในหลากหลายประเภท ในมุมมองนี้อาจกล่าวได้ว่าทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางมากกว่า (วิดิพิเกีย สารานุกรมเสรี, (2553))

3.4.1 ความหมายและขั้นตอนการหาค่าความน่าจะเป็นจากทฤษฎีเบย์



รูปที่ 3.3 อธิบายความหมายและสมการของทฤษฎีเบย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรูปที่ 3.3 จะเห็นว่า $B_1, B_2, ..., B_n$ เป็นเหตุการณ์ที่ไม่เกิดร่วมกัน และ A เป็นอีกเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดในการทดลองเดียวกัน โดยที่ $P(A) \neq 0$ จะได้

$$P(A_2/B_1) = \frac{P(A_2) * P(B_1/A_2)}{P(A_1) * P(B_1/A_1) + P(A_2) * P(B_1/A_2) + P(A_3) * P(B_1/A_3)}$$

$$\boxed{P(B_j/A) = \frac{P(A/B_j)\,P(B_j)}{\sum_{i=1}^{n} P(A/B_i)\,P(B_i)}} = \frac{P(B_j \cap A)}{P(A)}$$

$P(B_j/A)$ เป็นโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิด B_j เมื่อเกิด A แล้ว

$A = (A \cap B_1) \cup (A \cap B_2) \cup (A \cap B_3) \cup ... \cup (A \cap B_n)$

$P(A) = P(A \cap B_1) + P(A \cap B_2) + P(A \cap B_3) + ... + P(A \cap B_n)$

$= P(A/B_1)\,P(B_1) + P(A/B_2)\,P(B_2) + ... + P(A/B_n)\,P(B_n)$

$= \sum_{i=1}^{n} P(A/B_i)\,P(B_i)$

เหตุการณ์หนึ่งจากรูปสมการทั่วไปของทฤษฎีเบย์ หากมี 3 เหตุการณ์ย่อย

หากจะกล่าวถึงทฤษฎีเบย์โดยสรุปก็คือ การหาความน่าจะเป็นจากส่วนย่อย จากเหตุการณ์ที่เราสนใจอันหนึ่งที่เกิดขึ้นแล้ว (พิพัฒน์ เพริดพริ้ง, 2546)

3.4.2 ตัวอย่างการหาค่าความน่าจะเป็นด้วยทฤษฎีเบย์

ตัวอย่างที่ 3.3 จากข้อมูลที่สมมุติต่อไปนี้ (อำนวย มณีศรีวงศ์กูล, 2539)

- แบ่งกลุ่มคนแยกตามอายุต่าง ๆ เป็น 3 กลุ่มอายุ
  - A_1 อายุต่ำกว่า 16 ปี
  - A_2 อายุ 16-30 ปี
  - A_3 อายุสูงกว่า 30 ปี
- ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มพบผู้มีอายุต่าง ๆ
  - $P(A_1) = 0.20$ ผู้มีอายุต่ำกว่า 16 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด
  - $P(A_2) = 0.30$ ผู้มีอายุตั้งแต่ 16 ปี ถึง 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 ของประชากรทั้งหมด

119443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $P(A_3) = 0.50$ ผู้มีอายุสูงกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 50 ของประชากรทั้งหมด

ในทุกกลุ่มคน จะมีจำนวนหนึ่งที่มีโรคประจำตัว

- B_1 กลุ่มผู้เกี่ยวมีโรคประจำตัว
- B_2 กลุ่มผู้ไม่มีโรคประจำตัว

วิธีทำ

ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มพบผู้มีโรคประจำตัว ภายในกลุ่มอายุต่าง ๆ

- $P(B_1/A_1) = 0.10$ กลุ่มอายุต่ำกว่า 16 ปี มีโอกาสพบผู้ที่มีโรคประจำตัวร้อยละ 10
- $P(B_1/A_2) = 0.12$ กลุ่มอายุตั้งแต่ 16-30 ปี มีโอกาสพบผู้มีโรคประจำตัวร้อยละ 12
- $P(B_1/A_3) = 0.07$ กลุ่มอายุสูงกว่า 30 ปี มีโอกาสพบผู้มีโรคประจำตัวร้อยละ 7

ตารางที่ 3.3 แสดงการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นด้วยทฤษฎีเบย์

เหตุการณ์ (A_i)	ความน่าจะเป็นพื้นฐาน $P(A_i)$	ความน่าจะเป็นเงื่อนไข $P(B_1/A_i)$	ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ร่วม $P(A_i \cap B_1)$	ความน่าจะเป็นย้อนกลับ $P(A_i/B_1)$
อายุ 0-15 ปี	0.20	0.10	0.020	0.020/0.091 = 0.220
อายุ 16-30 ปี	0.30	0.12	0.036	0.036/0.091 = 0.396
อายุ 31 ปีขึ้นไป	0.50	0.07	0.035	0.035/0.091 = 0.384
			$P(B_1) = 0.091$	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การประยุกต์ใช้ทฤษฎี

4.1 บทนำ

จากการทบทวนวรรณกรรม และศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ของทฤษฎีการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้ ทำให้ทราบถึงวิธีการนำทฤษฎีการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้มาประยุกต์ใช้เบื้องต้น โดยการนำทฤษฎีค่าความน่าจะเป็นของเบย์มาใช้ประกอบการตัดสินใจ ทำให้การตัดสินใจนั้น ๆ มีค่าน้ำหนักของทางเลือกแต่ละทางเลือกแตกต่างกัน และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ กล่าวคือ การพัฒนาความรู้และแนวทางในการนำทฤษฎีการตัดสินใจโดยวิธีแผนภูมิต้นไม้เพื่อประยุกต์ใช้ในการบริหารงานก่อสร้าง จึงได้มีการนำเสนอตัวอย่างสมมุติที่สร้างมาจากสถาณการณ์จริงในต่างประเทศในการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง สำหรับรายละเอียดของการประยุกต์ใช้ของแผนภูมิต้นไม้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้างนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.2 การประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการบริหารงานก่อสร้าง

ตัวอย่างที่ 1 บริษัทก่อสร้างแห่งหนึ่งจำเป็นต้องสร้างสะพานชั่วคราวเพื่อเข้าสู่บริเวณก่อสร้าง ซึ่งบริเวณนี้อาจเกิดแผ่นดินไหวได้ เขาต้องตัดสินใจว่าจะออกแบบสะพานชั่วคราวเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวขนาดเท่าใดเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (ค่าใช้จ่ายของการออกแบบรวมกับค่าเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหว) ข้อมูลต่าง ๆ สามารถประมาณการได้ดังนี้

(ก) เกิดแผ่นดินไหว 40 ครั้งในช่วงเวลา 50 ปี

(ข) ค่าใช้จ่ายของการสร้างสะพานชั่วคราวที่สามารถต้านทานแผ่นดินไหวดังตารางที่ 1

ตารางที่ 4.1 ค่าใช้จ่ายของการออกแบบสะพานชั่วคราว

ขนาดของแผ่นดินไหว	จำนวนครั้งที่เกิดในรอบ 50 ปี	ค่าใช้จ่ายของการออกแบบ (บาท)
0-4	24	10,000
4-7	12	30,000
>7	4	60,000

(ค) ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหวดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหว

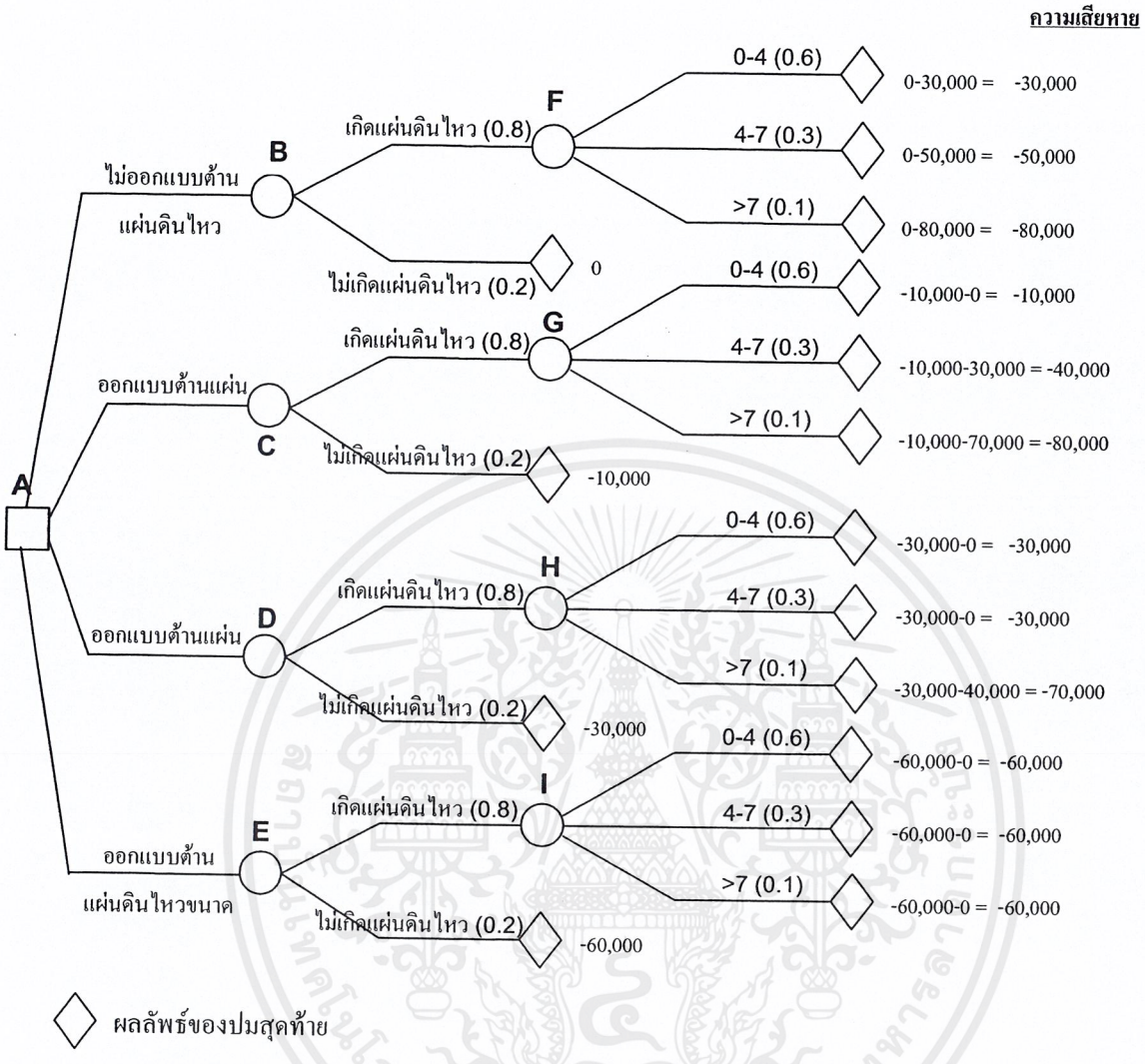
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหว

ขนาดความต้านทานแผ่นดินไหวของสะพานที่ออกแบบไว้	ขนาดของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น	ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น (บาท)
ไม่ได้ออกแบบเพื่อต้านแผ่นดินไหว	0-4	30,000
	4-7	50,000
	>7	80,000
0-4	0-4	0
	4-7	30,000
	>7	70,000
4-7	>7	40,000
>7	>7	0

ประมาณค่าความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหวไว้เท่ากับ 40/50 = 0.8 และความน่าจะเป็นของการไม่เกิดแผ่นดินไหว = 0.2 และจากข้อมูลในอดีตสามารถประมาณค่าความน่าจะเป็นของแผ่นดินไหวขนาดต่าง ๆ ได้คือ p(0-4) = 0.6, p(4-7) = 0.3, p(>7) = 0.1 เราสามารถเขียนแผนภาพแขนงการตัดสินใจได้ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการออกแบบสะพานชั่วคราว

จากแขนงการตัดสินใจระดับที่หนึ่ง คำนวณค่าเงินคาดหวัง (EMV) ของแต่ละปมได้ดังนี้

EMV(F) = 0.6(-30,000) + 0.3(-50,000) + 0.1(-80,000) = -41,000

EMV(G) = 0.6(-10,000) + 0.3(-40,000) + 0.1(-80,000) = -26,000

EMV(H) = 0.6(-30,000) + 0.3(-30,000) + 0.1(-70,000) = -34,000

EMV(I) = 0.6(-60,000) + 0.3(-60,000) + 0.1(-60,000) = -60,000

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่สอง คำนวณค่าเงินคาดหวัง (EMV) ของแต่ละปมได้ดังนี้

EMV(B) = 0.8(-41,000) + 0.2(0) = -32,800

EMV(C) = 0.8(-26,000) + 0.2(-10,000) = -22,800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

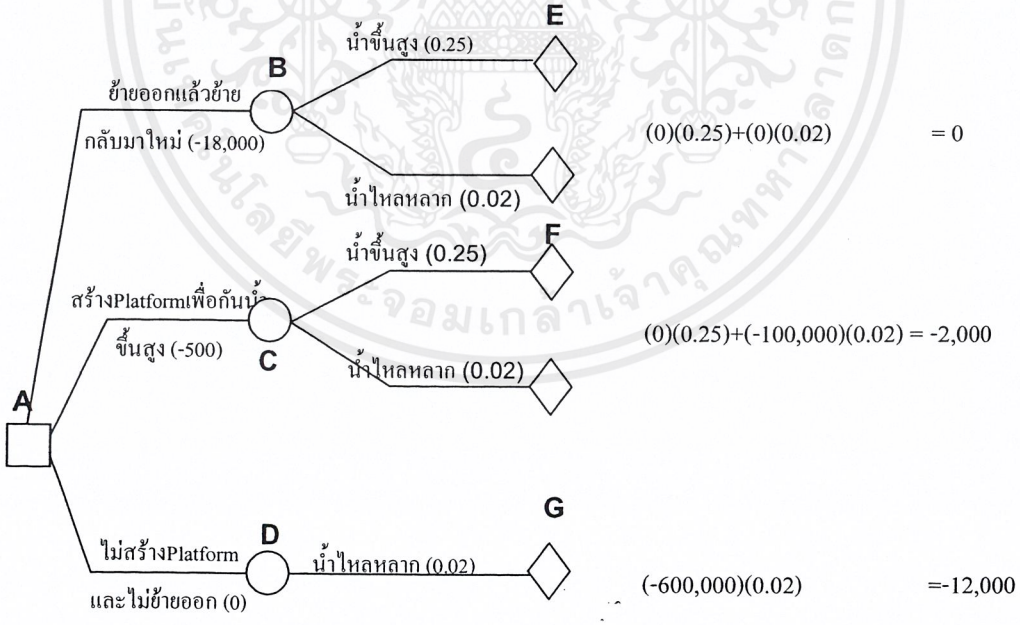
EMV(D) = 0.8(-34,000) + 0.2(-30,000) = -33,200

EMV(E) = 0.8(-60,000) + 0.2(-60,000) = -60,000

จะเห็นว่าทางเลือกของการออกแบบเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวขนาด 0-4 ให้ค่าเงินคาดหวังที่ดีที่สุดเท่ากับ -22,800 บาท จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง, 2548)

ตัวอย่างที่ 2 ผู้รับเหมาเผชิญกับการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษในบริเวณที่ราบแม่น้ำ ซึ่งเคยเป็นบริเวณที่ถูกน้ำท่วมเสียหายเป็นครั้งคราว ในช่วงระยะเวลา 4 เดือนนี้ผู้รับเหมาต้องทำการตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อที่จะได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมให้น้อยที่สุด โดยผู้รับเหมามีทางเลือกดังนี้ ทางเลือกที่ 1 คือผู้รับเหมาย้ายอุปกรณ์ออกไปแล้วนำกลับเข้ามาใหม่ ค่าใช้จ่ายทั้งหมด 18,000 บาท ทางเลือกที่ 2 หากผู้รับเหมาสร้างแพลทฟอร์มเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำขึ้นสูง แต่ไม่ได้ป้องกันการไหลหลากของน้ำ ใช้ค่าใช้จ่าย 5,000 บาทซึ่งในกรณีนี้ป้องกันได้แค่น้ำขึ้นสูงเท่านั้น หากเกิดน้ำไหลหลากจะเสียหาย 100,000 บาท ทางเลือกที่ 3 คือไม่ได้ย้ายอุปกรณ์ออกไปและก็ไม่ได้สร้างเพลทเพื่อป้องกันน้ำท่วมด้วย แต่หากน้ำเกิดน้ำหลากขึ้นมาจะเสียหาย 600,000 บาท ซึ่งความน่าจะเป็นที่น้ำจะขึ้นสูงในรอบระยะเวลา 4 เดือน คือ 25% ความน่าจะเป็นของน้ำไหลหลาก คือ 2 % ผู้รับเหมาควรเลือกทางเลือกใด

วิธีทำ จากกรณีศึกษาสามารถวาดแผนภูมิต้นไม้ได้ดังรูปที่ 4.2 ความเสียหาย



รูปที่ 4.2 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการป้องกันอุปกรณ์จากน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่หนึ่ง

ปม E มีค่าความเสียหาย = 0 เนื่องจากย้ายของออกไปหมดแล้วย้ายกลับมาใหม่ตอนน้ำท่วมไม่มีผลกระทบ

ปม F มีความเสียหาย = -2,000 บาท เพราะเสียหายจากน้ำหลากอย่างเดียวแต่เพลทป้องกันน้ำขึ้นสูงได้

ปม G มีความเสียหาย = -12,000 บาท ในกรณีนี้ไม่ได้มีการป้องกันอะไรเลยหากเกิดน้ำท่วมจึงเสียหายมาก

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่สอง

ปม B มีความเสียหาย = (-18,000) + (0) = -18,000 บาท เสียหายเพิ่มจากปม E เนื่องจากค่าย้ายของเข้าออก

ปม C มีความเสียหาย = (-5,000) + (-2,000) = -7,000 บาท เสียหายเพิ่มจากปม F เนื่องจากป้องกันแค่น้ำท่วมสูงไม่ได้ป้องกันน้ำหลากด้วย

ปม D มีความเสียหาย = (0) + (-12,000) = -12,000 บาท เสียหายหากเกิดน้ำท่วมเพียงอย่างเดียวเพราะไม่มีค่าจัดการการป้องกันใดๆเลย

จากค่าความเสียหายแต่ละปมพบว่าปมที่เสียหายน้อยที่สุดคือ ปม C = -7,000 บาท นั่นก็คือการสร้าง Platform เพื่อการป้องกันน้ำขึ้นสูงเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (Wakefield, 1997)

ตัวอย่างที่ 4.3 รัฐบาลมีโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กแห่งหนึ่ง และได้ออกประกาศเชิญชวนประกวดราคาเพื่อก่อสร้าง วิศวกรฝ่ายผู้รับเหมารายหนึ่งได้คิดทางเลือกสำหรับตัดสินใจเกี่ยวกับการประกวดราคาโครงการดังนี้

(ก) ไม่เข้าร่วมประกวด

(ข) เข้าร่วมประกวดราคา และเสนอราคาตามรูปแบบและรายการรายละเอียด

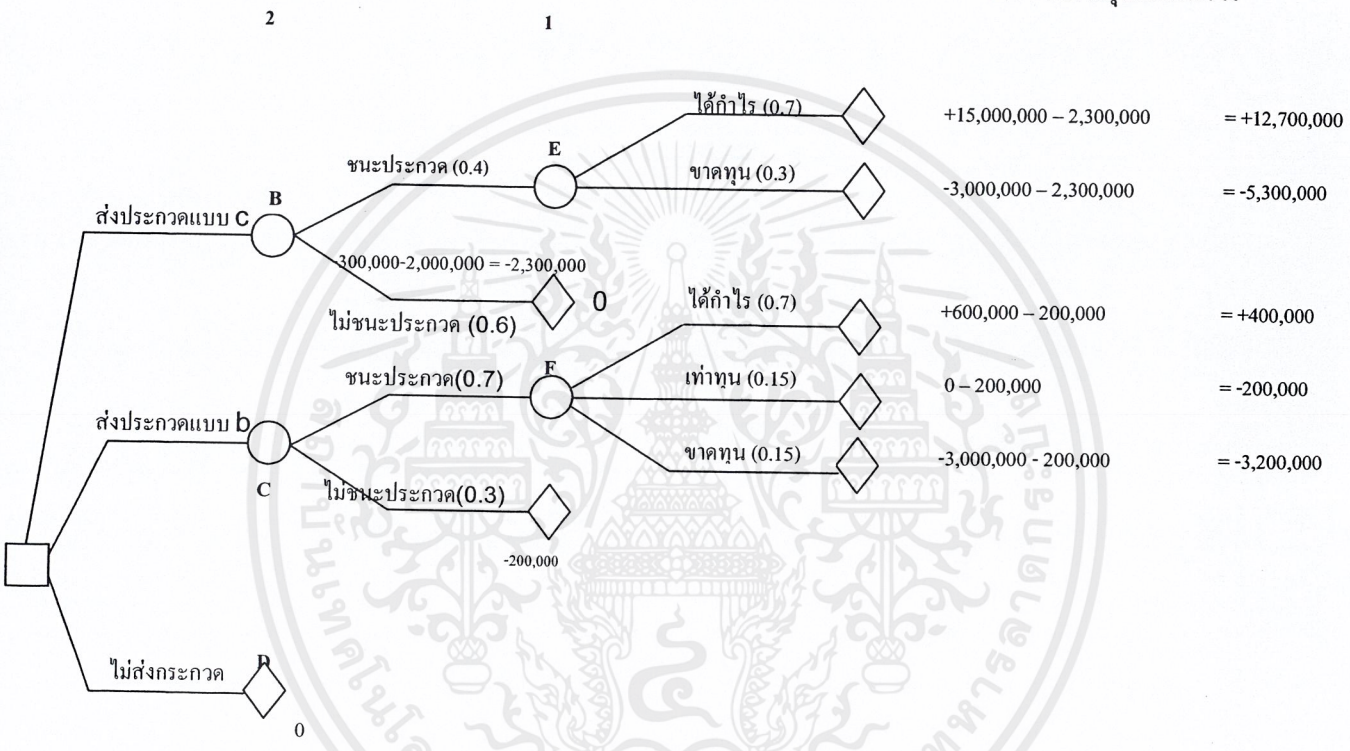
(ค) เข้าร่วมประกวดราคา แต่เสนอแบบสะพานคอนกรีตใหม่แบบคอนกรีตอัดแรง และทางบริษัทต้องออกแบบใหม่เองทั้งหมด

วิศวกรฝ่ายผู้รับเหมาประมาณการได้ว่า ถ้าบริษัทเสนอราคาตามแบบรัฐบาล (สะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก) จะมีโอกาสร้อยละ 70 ในการชนะประกวดราคา และจะทำกำไร 600,000 บาท มีโอกาสร้อยละ 15 ที่จะเท่าทุน และมีโอกาสร้อยละ 15 ที่จะขาดทุน 3,000,000 บาท ค่าใช้จ่ายในการเตรียมประกวดเท่ากับ 200,000 บาท และโอกาสสำหรับการชนะประกวดราคาหากทำการส่งประกวดบนฐานของการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กคือร้อยละ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าโอกาสในการได้รับสัญญาบนพื้นฐานของการออกแบบคอนกรีตอัดแรงต่ำกว่ามาก คือ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโอกาสได้กำไรมากกว่า ซึ่งหากได้รับสัญญามีโอกาส 70% ที่จะทำกำไร 15,000,000 บาท และมีโอกาส 30% ที่จะขาดทุน 3,000,000 บาท มีค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมประกวด 300,000 บาท มีค่าใช้จ่ายเพิ่มในการออกแบบใหม่ในกรณีนี้คือ 2,000,000 บาท บริษัทผู้รับเหมาควรเลือกทางเลือกใด

วิธีทำ จากกรณีศึกษาดังกล่าวสามารถวาดแผนภูมิต้นไม้ได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงการตัดสินใจต่อปัญหาการส่งใบประกวดราคา

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่หนึ่ง

ปม E มี EMV = (+12,700,000)(0.7) + (-5,300,000)(0.3) = +7,300,000

ปม F มี EMV = (+400,000) (0.7)+ (-200,000)(0.15) + (-3,200,000)(0.15) = -230,000

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่สอง

ปม B มี EMV = (+7,300,000)(0.4) + (-2,300,000)(0.6) = +1,540,000

ปม C มี EMV = (-230,000)(0.7) + (-200,000)(0.3) = -221,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปม D มี EMV = 0

จากแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจระดับที่สอง ดังนั้น ค่า EMV ที่มากที่สุดจึงเป็นทางเลือกที่ดีสุด นั่นก็คือ ปม B = +1,540,000 บาท นั่นคือส่งประกวดแบบ (ค) (Wakefield, 1997)

4.3 สรุป

ในบทนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้การตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ในการบริหารงานก่อสร้าง โดยการนำเสนอในรูปแบบของตัวอย่างสมมุติที่สร้างมาจากสถาณการณ์จริงในต่างประเทศเพื่อนำการตัดสินใจโดยใช้แผนภูมิต้นไม้มาประยุกต์ใช้หาค่าเงินคาดหวังที่ดีที่สุด พร้อมทั้งยังได้นำทฤษฎีการหาค่าความน่าเป็นแบบเบย์มาเพื่อประยุกต์ใช้กับแผนภูมิต้นไม้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยลดปัญหาความเสี่ยงในการตัดสินใจที่อาจนำมาซึ่งผลกำไรและขาดทุนได้ อีกทั้งยังช่วยสร้างความน่าเชื่อถือและความมั่นใจในการตัดสินใจในด้านค่าเงินคาดหวังของผู้ตัดสินใจมากยิ่งขึ้น

และสิ่งสำคัญที่ได้จากการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นไม้ตัดสินใจนี้ คือ การได้รับคำตอบในการตัดสินใจโดยใช้ค่าเงินคาดหวังในการตัดสินใจที่จะทำการเลือกทางเลือกต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามในบทนี้แสดงให้เห็นถึงค่าเงินคาดหวังเท่านั้น ซึ่งในงานก่อสร้างจริง ๆ แล้วมีผลกระทบกับการสูญเสียของชีวิตด้วย หากคำนึงแต่ผลของค่าเงินคาดหวัง อาจได้รับการสูญเสียมากกว่าก็เป็นได้ อย่างไรก็แล้วแต่การจะนำแผนภูมิต้นไม้ไปใช้กับสถาณการณ์ใดก็ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้บริหารหรือผู้ทำการตัดสินใจทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

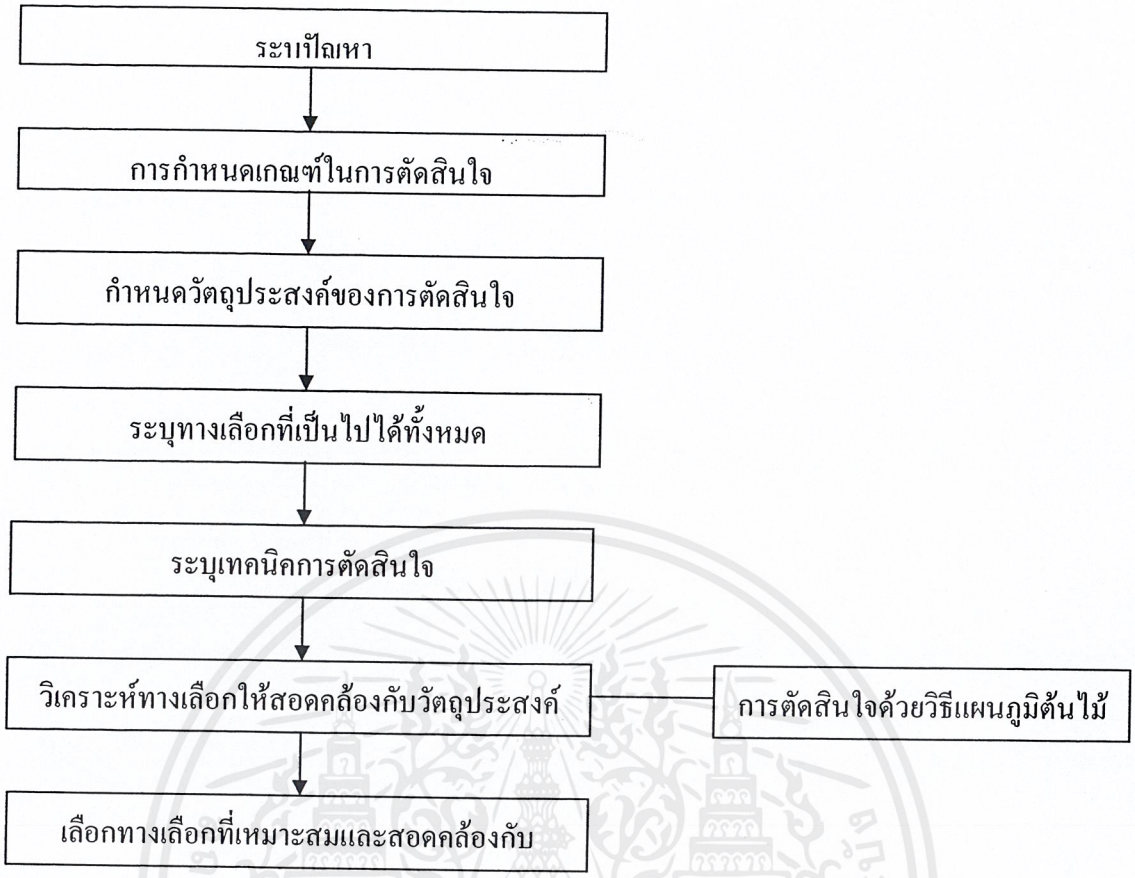
5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการตระหนักถึงปัญหาในการตัดสินใจที่จะเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งในการบริหารงานก่อสร้างโดยคำนึงถึงค่าเงินคาดหวัง ในการตัดสินใจแต่ละครั้งผู้ตัดสินใจไม่สามารถที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือกทั้งหมดที่เป็นไปได้ จำเป็นที่จะต้องเลือกทางเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกที่คาดว่าเหมาะสม และก่อประโยชน์ให้แก่ธุรกิจที่สุด ผู้ตัดสินใจส่วนใหญ่มักใช้ดุลพินิจส่วนบุคคลร่วมกับประสบการณ์หรือความพึงพอใจส่วนบุคคลที่อาจขาดหลักการและเหตุผลที่พอเพียงมาเป็นเกณฑ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการตัดสินใจที่อาจเกิดความลำเอียง อาจทำให้ได้ผลการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ดีพอ บุคคลแต่ละคนย่อมมีเหตุผลในการตัดสินใจที่แตกต่างกันเพื่อต้องการผลลัพธ์หรือผลตอบแทนที่ดีที่สุด แต่ถ้ามีทางเลือกในการตัดสินใจเพียงทางเดียว ปัญหาในการตัดสินใจก็จะมีมากขึ้น เพราะถึงอย่างไรก็ต้องเลือกทางเลือกทางเดียวที่มีอยู่นั้น โดยที่ไม่มีการเปรียบเทียบว่าผลลัพธ์หรือผลตอบแทนที่ได้นั้นดีที่สุดหรือไม่แต่ถ้ามีวิธีให้ผลตอบแทนมากกว่าหนึ่งทางแล้ว ก็จะต้องมีการตัดสินใจทางเลือกหรือวิธีที่จะทำให้ได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ซึ่งการตัดสินใจดังกล่าวนี้เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้างได้มีรายละเอียดและปริมาณงานที่มีความสลับซับซ้อน จึงต้องมีหลักการในการตัดสินใจเพื่อให้ผู้ตัดสินใจใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกก่อนการตัดสินใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาเกณฑ์การตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ซึ่งเป็นทฤษฎีและแนวความคิดเพื่อใช้ในการตัดสินใจมาประยุกต์ใช้ ซึ่งสามารถจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนในการตัดสินใจเพื่อหาคำตอบจากทางเลือกที่ดีที่สุด การพัฒนาองค์ความรู้และแนวทางในการนำเอาการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้างในการวิเคราะห์ค่าเงินคาดหวังของการบริหารงานก่อสร้าง จึงได้นำเสนอตัวอย่างสมุมติที่สร้างมาจากสถาณการณ์จริงในต่างประเทศในการประยุกต์ใช้การตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ตามทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษามาแล้วข้างต้น

หลังจากใช้การตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้แล้ว สามารถแสดงให้เห็นถึงทางเลือกที่ให้ค่าเงินคาดหวังที่ดีที่สุด ซึ่งจะช่วยให้การตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุดที่เหมาะสมกับองค์กรของผู้ตัดสินใจ

ดังนั้นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของผู้ทำการตัดสินใจต้องมีการพิจารณาและวิเคราะห์ทางเลือกโดยการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงสามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจได้ดังรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 สรุปขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

แนวทางที่ควรพัฒนาสำหรับการวิจัยต่อไป มีดังนี้

- ในตัวอย่างกรณีศึกษาที่แสดงไว้ได้ทำการนำค่าความน่าจะเป็นมาจากค่าที่ได้ทำการหาค่าออกมาแล้ว โดยค่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากทำการศึกษาข้อมูลของการเกิดขึ้นอื่น ๆ เพิ่มเติม อย่างไรก็ตามควรมีการสำรวจสถิติและทดลองหาค่าความน่าจะเป็น เพื่อนำไปใช้ในปัญหางานก่อสร้างจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการหาค่าความน่าจะเป็นในงานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีของเบย์เข้าช่วย ควรหาทฤษฎีในการหาค่าความน่าจะเป็นด้วยทฤษฎีอื่น ๆ เช่น Monte Carlo Method มาทดลองใช้กับการแก้ปัญหาในการบริหารงานก่อสร้าง

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ของการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้และศึกษาการนำทฤษฎีเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการบริหารงานก่อสร้าง ในเบื้องต้นพบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ที่งานวิจัยนี้ได้นำมาประยุกต์ใช้นั้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้แก้ปัญหาในการบริหารงานก่อสร้าง แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ถูกนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการบริหารงานในด้านต่าง ๆ พอสมควรแล้วแต่ในการบริหารงานก่อสร้างยังมีการนำไปใช้น้อยมาก และในงานวิจัยนี้ได้นำเอาการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้มาประยุกต์ใช้ในการหาค่าเงินคาดหวังที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีค่าความน่าจะเป็นของเบย์มาเป็นตัวทำให้ค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกแตกต่างกัน เพื่อกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดและเกิดความมั่นใจในผลลัพธ์ที่ได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามความต้องการ ดังนั้น อุตสาหกรรมการก่อสร้างควรนำการตัดสินใจด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับสถาณการณ์การตัดสินใจอื่น ๆ เพิ่มเติมได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง. 2548 เอกสารประกอบการสอนวิชา "การวิเคราะห์ระบบสำหรับการบริหารการก่อสร้าง", สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิพัฒน์ เพริดพริ้ง. 2546 "ความน่าจะเป็น." กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ลักขณา กุญชรมณี,อนันตยา ขันติมงคล,อัมภิกา ธัญญธาดา. 2544 "โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยในการตัดสินใจเชิงธุรกิจโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจภายใต้สภาวการณ์เสี่ยง = The decision making under risk programming package for business".

วัฒนาวดี จิตรภักดี. 2531 "เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีการตัดสินใจเบื้องต้น = Elementary decision theory".

วิดิพิเกีย สารานุกรมเสรี http://th.wikipedia.org/wiki/ (21/08/53 เวลา 13:45 น.).

อำนวย มณีศรีวงศ์กูล. 2539 "ทฤษฎีการตัดสินใจทางสถิติขั้นต้น" ,กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

Wakefield, R. 1997. Engineering Economic and Financial Management, UNSW, Australia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้