บทที่ 3
รูปแบบการจัดแบ่งค่า Contingency ของการวิจัย

3.1 แนวคิดการจัดแบ่งค่า Contingency

ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของโครงการก่อสร้างที่เกินไปจากงบประมาณที่ตั้งไว้ เป็นส่วนห
ให้โครงการก่อสร้างไม่ประสบความสำเร็จ และทำให้โครงการหยุดชะงักและไม่สามารถดำเ
ต่อไปได้ ดังนั้นการควบคุมต้นทุนที่เกิดขึ้นให้เป็นไปตามงบประมาณที่ตั้งไว้เป็นส่วนท
ความสำเร็จโครงการ

ความเสี่ยงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กับงานก่อสร้าง ในทุกประเภทของงานก่อสร้าง
อาจหลีกเลี่ยงได้ แต่ความเสี่ยงสามารถควบคุม บริหาร จัดการได้ ขั้นตอนหนึ่งในการจัดกา
เสี่ยงคือการใช้ Contingency เพื่อใช้ในการชดเชยความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อส
เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และวิธีการคำนวณค่า Contingency มีรูปแบบการคิ
รูปแบบ ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ค่าเปอร์เซ็นต์บวกเพิ่มเข้าไปจากราคาสุดท้าย (Thompson
Perry,1992)

ความเสี่ยงของกระบวนการก่อสร้าง ประกอบด้วย ความเสี่ยงด้านงานวิศวกรรม
บริหาร การจัดการแรงงานและเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งในแต่ละประเภทของงาน เช่น งาน
งานคอนกรีต งานถนน ฯลฯ จะมีความเสี่ยงแตกต่างกันไป ซึ่งรวมถึง ปัจจัยด้านเวลาและส
ที่ใช้ในการก่อสร้างด้วยเช่นกัน ความเสี่ยงและเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเหล่านี้เอง จะเป็นส่วนท
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงเพิ่มมากขึ้น จึงต้องนำค่า Contingency มาใช้ในการชดเชยกับค่าใ
เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเสี่ยงเหล่านี้ และนอกเหนือจากความเสี่ยงของกระบวนการก่อสร้
ขั้นตอนการประมาณราคา หรือการประมาณต้นทุนเพื่อใช้ในการคำนวณราคาของโครงกา
ความเสี่ยงเช่นกัน การประมาณราคากระทำในระยะวางแผนของโครงการ ซึ่งคือระยะเริ่มแ
ไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างจริง ซึ่งเมื่อเริ่มกระบวนการก่อสร้างจริง ราคาที่ได้ประมาณ
คลาดเคลื่อนได้ทั้งในด้านที่ลดลงและเพิ่มขึ้น ซึ่งในกรณีที่ราคาต้นทุนปรับตัวลดลงส
พิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของกำไรที่เพิ่มขึ้นได้และในกรณีที่ราคาต้นทุนปรับตัวสูงขึ้นส่วนต่า
แตกต่างกันนั้นทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงสูงมากกว่างบประมาณของแผนงานที่วางไว้ ดังนั้น
จึงมีความเสี่ยง จึงต้องมีการชดเชยความเสี่ยงต้นทุน ที่เพิ่มขึ้นนี้เช่นกัน

I.21555CCX

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ผลลัพธ์ของการจัดแบ่งค่า Contingency กับแต่ละส่วนของโครงการสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการความเสี่ยง และควบคุมความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการได้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการประสบความสำเร็จโดยขั้นตอนที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ขั้นตอนและได้อธิบายไว้อย่างสังเขปดังนี้

- หลักการเปรียบเทียบกิจกรรมในโครงการด้วยทฤษฎีพื้นฐานการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) อธิบายถึง รายละเอียดของทฤษฎีหลักการและเหตุผลของการใช้วิธีดังกล่าว ว่ามีความเหมาะสมอย่างไรกับการศึกษาในครั้งนี้และผลของการใช้วิธีการดังกล่าวนี้นำไปใช้กับการจัดแบ่ง Contingency ได้อย่างไร

- การวัดความเสี่ยงของกิจกรรมในโครงการด้วยผลของการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) อธิบายถึง วิธีการนำผลของการประเมินของผู้ประเมินด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ของผู้เชี่ยวชาญ มาเพื่อใช้วัดและเปรียบเทียบความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรม โดยนำผลการศึกษาการวัดความเสี่ยงของการวิจัยในระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานในการวัดความเสี่ยงของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อที่จะนำไปสู่พื้นฐานการจัดแบ่งค่า Contingency ต่อไป

- การวิเคราะห์และคำนวณค่า Contingency อธิบายถึง วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างราคาของโครงการ เพื่อที่จะแบ่งส่วนของราคาของโครงการออกมาเป็นส่วนดังนี้
  - ต้นทุน
  - Contingency

  และทำการวิเคราะห์ค่าของ Contingency โดยนำผลการวัดความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมในโครงการมาเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งค่านี้ให้กับส่วนต่างๆของโครงการ

- ปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการจัดแบ่งค่า Contingency รวมของโครงการ อธิบายถึงที่มาและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดแบ่งค่า Contingency โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท เนื่องจากค่า Contingency ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน
  - ปัจจัยที่ใช้พิจารณาจัดแบ่งค่า Cost Contingency (CC)
  - ปัจจัยที่ใช้พิจารณาจัดแบ่งค่า Risk Contingency (RC)

  อธิบายถึงปัจจัยที่ต้องใช้พิจารณา เพื่อใช้ในการจัดแบ่งค่า Contingency ต่างๆ อย่างเหมาะสม

- <u>วิธีการจัดแบ่งค่า Contingency ให้กับแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโครงการ</u> อธิบายถึงวิธีการพิจารณาปัจจัยต่างๆที่จำเป็นร่วมกัน โดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในการรวมปัจจัยต่างๆเพื่อให้เป็นปัจจัยเดียวและนำไปสู่การจัดแบ่งค่า Contingency ในที่สุด

โดยในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน อธิบายไว้ดังนี้

3.2 หลักการเปรียบเทียบกิจกรรมในโครงการด้วยทฤษฎีพื้นฐานการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison)

การประเมินและเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในโครงการเพื่อนำไปใช้กับการจัดแบ่งค่า Contingency และวิธีการเปรียบเทียบสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 วิธีคือ

1) การเปรียบเทียบแบบสัมบูรณ์ คือการประเมิน โดยพิจารณาปัจจัยด้านเดียว เช่น Kangari (1995), Bing (1999), Shen (2001) การประเมินในลักษณะนี้เป็นการประเมินที่นำเอาผลการประเมินในแต่ละปัจจัยมาเปรียบเทียบกัน โดยนำคะแนนที่ได้ในแต่ละปัจจัยมาเรียงกันตามคะแนนน้อยไปมากใช้ระบุความเสี่ยง แต่การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบความเสี่ยงของกิจกรรมในโครงการ จึงทำให้วิธีการนี้ยังมีข้อด้อยของการเปรียบเทียบอยู่ เนื่องจากไม่มีการเปรียบเทียบกันระหว่างแต่ละกิจกรรมโดยตรง ทำให้การเปรียบเทียบกันของปัจจัยที่พิจารณาร่วมกัน อาจให้ความไม่สมบูรณ์มากที่สุด

2) การเปรียบเทียบแบบสัมพัทธ์ คือ การประเมิน โดยพิจารณาปัจจัยเทียบกันระหว่างสองปัจจัย เช่น การเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) การประเมินในลักษณะนี้เป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยกันทีละคู่ โดยเปรียบเทียบทุกคู่และให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละคู่ โดยสามารถหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่พิจารณาได้ ตลอดจนสามารถที่จะตรวจสอบความสอดคล้องกันของข้อมูล จึงเป็นวิธีที่ถูกนำไปใช้ใน กระบวนการ AHP (Analytical Hierarchy Process) ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน และการวิจัยครั้งนี้จึงได้เสนอการประยุกต์ใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้นำหลักการการเปรียบเทียบแบบสัมพัทธ์มาวิเคราะห์ถึงความสำคัญในแต่ละปัจจัยซึ่งการใช้หลักการนี้เองเหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้ โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่มีคุณสมบัติซึ่งเหมาะสมกับการประเมินและเปรียบเทียบกิจกรรมในโครงการดังนี้

1) สามารถใช้งานได้ดีกับ การตัดสินใจที่มีความซับซ้อนและสามารถปรับเปลี่ยนหลักเกณฑ์น้ำหนักความสำคัญและเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆได้
2) สามารถนำมาใช้กับการตัดสินใจกับปัจจัยและข้อมูลที่เป็น ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3) สามารถนำมาใช้ทั้งกับการตัดสินใจคนเดียวและหมู่คณะ

โดยมีทฤษฎีพื้นฐานซึ่งกล่าวไว้ใน ภาคผนวก ค.

ประยุกต์ใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) ในการเปรียบเทียบความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมงานก่อสร้าง จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ในแต่ละคู่สามารถคำนวณหาความสำคัญหรือน้ำหนักความสำคัญในแต่ละปัจจัยเป็นค่าตัวเลข โดยการใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไว้ใน ภาคผนวก ข. และ ภาคผนวก ค. และใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ เพื่อวัดความสำคัญของความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมโดยมีผู้ประเมินในโครงการร่วมกันประเมินความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม โดยที่ผู้ประเมินทราบถึงเหตุการณ์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม และสามารถประเมินความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการจัดแบ่งค่า Contingency ต่อไป

การนิยามความเสี่ยงไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนและชัดเจน ว่าความเสี่ยงมีค่าเป็นเท่าใดและจากผลการศึกษาและวิจัยในระยะเวลาที่ผ่านมา ได้ให้ความหมายของความเสี่ยงแตกต่างกันไปตามการวิจัยต่างๆและมีการนิยามความเสี่ยงแตกต่างกันในแต่ละอุตสาหกรรมเช่นกัน แต่ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันในทุกๆการวิจัย คือปัจจัยที่แปรผันต่อความเสี่ยงโดยตรง ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้คือ

1) โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง ซึ่งกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ β คือ ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง
2) ความรุนแรงของความเสี่ยง ซึ่งกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ α หรือ ความรุนแรงที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง

Shen (2001) กำหนดให้ค่าความสำคัญของความเสี่ยง คือ RS (Risk Score) และอธิบายได้โดยปัจจัยสองปัจจัยดังนี้

$$RS = f(\alpha, \beta) \qquad \text{.....3.1}$$

ดังได้กล่าวไว้ในรายละเอียดของการวัดค่าความเสี่ยงในระยะเวลาที่ผ่านมาใน บทที่ 2 (การสำรวจเชิงเอกสาร) ในส่วนการประเมินความเสี่ยง ในแต่ละการวิจัย มีวิธีการวัดค่าความเสี่ยงไม่เหมือนกันและความละเอียดไม่เท่ากัน แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนั้นการวัดความเสี่ยงจึงแตกต่างกันไปซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน

ความเสี่ยงในงานก่อสร้าง มีวิธีการที่ใช้วัดและประเมินแตกต่างกันไปตามที่ได้เสนอไว้ในบทที่ 2 (การสำรวจเชิงเอกสาร) และวัตถุประสงค์ของการวัดความเสี่ยงของการวิจัยครั้งนี้คือการวัดและเปรียบเทียบความสำคัญของความเสี่ยงด้วยกันภายในโครงการ โดยพิจารณาปัจจัยทั้งสองนี้เพื่อใช้วัดความเสี่ยงคือปัจจัยด้าน โอกาสความเสี่ยง และความรุนแรงความเสี่ยง โดยการนำน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โอกาสความเสี่ยง กับ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้าน ความรุนแรงความเสี่ยงที่ได้จากผลการประเมินด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่มาพิจารณาร่วมกัน ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

วิธีการประยุกต์กระบวนการเปรียบเทียบเป็นคู่ กับพื้นฐานของการศึกษาเรื่องความเสี่ยงที่ผ่านมา กระทำโดยสร้างตารางเพื่อประเมินค่าของปัจจัยทั้งสองดังนี้

1) ตารางประเมินโอกาสของความเสี่ยงที่เกิดขึ้น (Probability of Occurrence) ดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1
2) ตารางประเมินความรุนแรงที่เกิดขึ้นของความเสี่ยง (Severity of Risk) ดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ตารางแบบประเมินความเสี่ยงในส่วนโอกาสความเสี่ยงด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่

	กิจกรรม 1	กิจกรรม 2	กิจกรรม 3	กิจกรรม 4	กิจกรรม 5	กิจกรรม 6	กิจกรรม 7
กิจกรรม 1	1	5					
กิจกรรม 2	1/5	1					
กิจกรรม 3			1				
กิจกรรม 4				1			
กิจกรรม 5					1		
กิจกรรม 6						1	
กิจกรรม 7							1

จากตารางที่ 3.1 แสดงความสำคัญของ โอกาสความเสี่ยง ในแต่ละกิจกรรมก่อสร้างที่เกิดขึ้น โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ การเปรียบเทียบกิจกรรมที่อยู่ในแนวทแยงมุมจากบนซ้ายถึงล่างขวา เป็นการเปรียบเทียบปัจจัยเดียวกัน ต้องมีค่าความสำคัญเท่ากัน คือ 1 ดังแสดงในตาราง และค่าอื่นๆในตารางเป็นการเปรียบเทียบโดยกำหนดให้ a_{ij} เป็นค่าสัดส่วนความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเทียบกับปัจจัย j ภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน

1. a_{ij} เป็นค่าความสำคัญของปัจจัยความเสี่ยง i เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัย j
2. $a_{ij} = 1/ a_{ji}$

การประเมินโอกาสความเสี่ยง ในกิจกรรมนั้นผู้ประเมินนั้นคือผู้เชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ซึ่งต้องมีความเป็นกลางในการประเมิน ตัวอย่างเช่นผู้ประเมิน ประเมินให้ กิจกรรมการปรับพื้นที่และงานดิน (กิจกรรมที่ 1) นั้นมีโอกาสจะเกิดความเสี่ยงมากกว่า กิจกรรมฐานราก (กิจกรรมที่ 2) อย่างเห็นได้ชัด (หมายเลข 5) ส่วนกลับคือ งานฐานรากมีความสำคัญเป็น 1/5 ของงานปรับพื้นที่และงานดิน เนื่องมาจาก ในพื้นที่นั้นมีฐานรากเดิมจากสิ่งก่อสร้างเก่า และสภาพดินเป็นดินโคลน ประกอบกับสภาวะอากาศฝนตกชุก ในขณะที่ งานฐานราก เป็นฐานรากตื้นและแผ่มีแบบชัดเจน และไม่มีปัญหาในด้านของสภาวะการทำงาน แต่มีปัญหาในด้านของสภาวะอากาศและสภาพดินที่เป็นดินโคลนเป็นต้น

ตารางที่ 3.2 ตารางแบบประเมินความเสี่ยงในส่วนความรุนแรงด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่

	กิจกรรม 1	กิจกรรม 2	กิจกรรม 3	กิจกรรม 4	กิจกรรม 5	กิจกรรม 6	กิจกรรม 7
กิจกรรม 1	1	1					
กิจกรรม 2	1	1					
กิจกรรม 3			1				
กิจกรรม 4				1			
กิจกรรม 5					1		
กิจกรรม 6						1	
กิจกรรม 7							1

การประเมินความเสี่ยง ในแต่ละกิจกรรมถึง ความรุนแรงของความเสี่ยง โดยการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยโดยมีรายละเอียดและลักษณะตาราง เช่นเดียวกับตารางที่ 3.1 แต่ในตาราง 3.2 คือการประเมิน ความรุนแรงของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นคือ ความรุนแรงที่เกิดขึ้นกับ งานปรับพื้นที่และงานดิน (กิจกรรมที่ 1) นั้น คือในด้านของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นและค่าเสียเวลา งานฐานราก (กิจกรรมที่ 2) มีความรุนแรงด้านของเวลา เนื่องจากสภาวะการทำงานที่ยากเพราะฝนตกและสภาพดินโคลนซึ่งยากต่อการขุดดิน ดังนั้นความรุนแรงที่เกิดขึ้น ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้ มีความสำคัญเท่ากัน (หมายเลข 1)

การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของ โอกาสความเสี่ยง กับ ความรุนแรงความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมสามารถใช้ทฤษฎีเวกเตอร์เจาะจง ดังได้กล่าวรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข. และนำค่าของน้ำหนักความสำคัญมาเป็นค่าที่ใช้วัดความเสี่ยงได้ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 3.3 ถัดไป

3.3 **การวัดความเสี่ยงของกิจกรรมในโครงการด้วยผลของการประเมินด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่** (Pairwise Comparison)

จากผลการศึกษาความเสี่ยง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับความเสี่ยงมีมากมายหลายปัจจัย แต่ปัจจัยที่แปรผันโดยตรงกับความเสี่ยงและเป็นที่สอดคล้องกันในทุกผลการศึกษาประกอบด้วย 1)ปัจจัยโอกาสความเสี่ยง 2)ปัจจัยความรุนแรงความเสี่ยง และการนิยามความเสี่ยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้วัดความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมงานก่อสร้างในโครงการ จึงนำเอาปัจจัยทั้งสองนี้มาเป็นพื้นฐานในการนิยามความเสี่ยงในการวิจัยครั้งนี้

ผลการประเมินปัจจัยทั้งสองด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ ค่าที่ได้จากการประเมินมีค่าเป็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองและทำการคำนวณหาค่า สัดส่วนของแต่ละกิจกรรมต่อกิจกรรมรวมทั้งโครงการ การรวมสัดส่วนของโอกาสความเสี่ยงและสัดส่วนของความรุนแรงความเสี่ยงเข้าด้วยกัน สามารถทำได้โดยประยุกต์สมการเส้นตรงที่มีตัวแปรต้นคือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงและตัวแปรตามคือ ความเสี่ยง ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + \ldots + nX_n$$

Y = ตัวแปรตาม

a,b,c = ค่าคงตัว

X_n = ตัวแปรต้น

รูปแบบของสมการเส้นตรงนี้ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างสมการความเสี่ยง เพื่อใช้วัดความเสี่ยงของกิจกรรมในโครงการ โดยกำหนดให้ตัวแปรต้น X_1, X_2 คือ สัดส่วนโอกาสความเสี่ยงและสัดส่วนความรุนแรงความเสี่ยง ตามลำดับ และค่าตัวแปรตาม Z คือ ค่าความเสี่ยง โดยค่าคงตัวที่คูณอยู่กับตัวแปรต้น คือน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้น

สมการที่ใช้กำหนดค่าความเสี่ยง นำหลักการของสมการเส้นตรงที่มีตัวแปรต้นคือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยง และตัวแปรตามคือความเสี่ยงดังนี้

$$Z = a X_1 + b X_2 \qquad \ldots\ldots\ldots 3.2$$

โดยที่ Z คือ ตัวแปรตาม (ความเสี่ยง)

$X_1 \ldots X_n$ คือ ตัวแปรต้น (ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ)

a, b คือ ค่าคงตัว

ดังนั้นรูปแบบของสมการความเสี่ยงที่เสนอตามสมการที่ 3.2 มีรูปแบบดังนี้

ความเสี่ยง = a (สัดส่วนโอกาสความเสี่ยง) + b (สัดส่วนความรุนแรงความเสี่ยง) 3.3

พิจารณาค่าคงตัว (a,b) ที่คูณอยู่กับตัวแปรต้นเปรียบเสมือนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้นๆต่อผลการหา ค่าตัวแปรตาม(ความเสี่ยง) การพิจารณาความสำคัญของปัจจัยสามารถพิจารณาให้ความสำคัญของปัจจัยเท่ากันหรือไม่เท่ากันได้ ซึ่งโดยปกติแล้ว ตัวแปรต้นหรือปัจจัยทั้งสองค่า (X_1, X_2) เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับ ตัวแปรตามหรือความเสี่ยง ด้วยกันทั้งสองปัจจัย

ในสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละโครงการก่อสร้างและกิจกรรมงานก่อสร้าง การประเมินค่าของปัจจัยทั้งสองอาจให้ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน ส่งผลให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองในการหาค่าความเสี่ยงไม่เท่ากัน และการวิจัยครั้งนี้นำเสนอเกณฑ์หรือบรรทัดฐาน (Criteria) ในการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองค่าดังนี้

การวัดความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการประเมินค่าของ โอกาสความเสี่ยง และผลกระทบความเสี่ยง จากวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ สามารถใช้ทฤษฎีของไอเกนต์เวกเตอร์ (Eigenvector) ในส่วนของค่า อัตราส่วนความสอดคล้อง CR (Consistency Ratio) [ภาคผนวก ข.] พิจารณาความถูกต้องของในแต่ละปัจจัยตามค่าที่เกิดขึ้น ถึงแม้การประเมินจะมีค่าไม่เกินไปจากค่าที่ยอมรับได้ แต่การเปรียบเทียบค่าของ CR. ของทั้งสองปัจจัยสามารถระบุความถูกต้องและน่าเชื่อถือของทั้งสองปัจจัยได้ โดย

ค่า CR ต่ำ ⟹ การประเมินสอดคล้องสูง ⟹ ความน่าเชื่อถือสูง ⟹ น้ำหนักความสำคัญมาก
ค่า CR สูง ⟹ การประเมินสอดคล้องต่ำ ⟹ ความน่าเชื่อถือต่ำ ⟹ น้ำหนักความสำคัญน้อย

ยกตัวอย่างเช่น การประเมินความเสี่ยงของทั้งสองปัจจัยใน ภาคผนวก ก. ของผู้เชี่ยวชาญที่ 2 มีค่า CR ของปัจจัยโอกาสความเสี่ยง = 0.0924 และ CR. ของปัจจัยความรุนแรงความเสี่ยง = 0.0299 ซึ่งค่าทั้งสองมีค่าน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้ (10%) แต่ค่า CR ของปัจจัยโอกาสความเสี่ยงมีค่ามากกว่า หมายความว่า การประเมินมีความสอดคล้องน้อยกว่า ส่งผลให้น้ำหนักความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยความรุนแรงความเสี่ยง เป็นต้น

อย่างไรก็ตามหลักเกณฑ์การพิจารณาความสำคัญของปัจจัยที่ได้นำเสนอโดยการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการให้น้ำหนักความสำคัญของทั้งสองปัจจัย ซึ่งการให้น้ำหนักความสำคัญอาจพิจารณาในแนวทางอื่นเพิ่มได้เพื่อให้สมการความเสี่ยงมีความสมบูรณ์มากขึ้น

3.4 การวิเคราะห์และคำนวณค่า Contingency

การประมาณต้นทุน และการประมาณราคาของโครงการก่อสร้าง (Estimating) มีวิธีการที่ใช้ในการประมาณราคาและทฤษฎีที่ใช้อธิบายการกระจายตัวของต้นทุนในแต่ละรายการที่ประกอบกันเป็นราคารวมของทั้งโครงการ ดังได้กล่าวไว้ในบทการสำรวจเชิงเอกสาร ซึ่งต้นทุนของการวิจัยครั้งนี้ได้นิยามไว้ดังนี้

3.4.1 ต้นทุน

การประมาณราคางาน เพื่อที่จะได้ความถูกต้องของการจัดแบ่งค่า Contingency นั้น จะต้องมีสมมติฐานที่ว่าการประมาณต้นทุนต้องไม่เผื่อความเสี่ยง (Risk-free) ในขั้นตอนของการคิดราคาต้นทุนไว้ก่อนแล้ว และเป็นราคาที่จำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมนั้นและจะต้องเกิดขึ้นจริง เพื่อที่จะใช้แยกค่า Contingency ออกจากราคางานอย่างถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเหมาะสมของการจัดแบ่งค่า Contingency ให้กับแต่ละกิจกรรมอย่างเหมาะสมโดยการร่วมกันพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในโครงการและฝ่ายประมาณราคาด้วยกัน หมายความว่า มาตรฐานของการคิดราคาจากการถอดแบบนั้นจะต้องเป็นราคาที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

ก.) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตขององค์กร ที่ผ่านมา เพื่อนำมาใช้เป็นฐานราคาในการประมาณราคาของโครงการ การจดบันทึกต้นทุนที่เกิดขึ้นในงานแต่ละประเภทแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นฐานในการประมาณราคาก่อสร้าง ซึ่งนำค่าที่มีความถี่มากที่สุด หรือค่าฐานนิยม ของในแต่ละกิจกรรมที่ทำ แต่ลักษณะของงานก่อสร้างนั้นเป็นงานที่ไม่ซ้ำซ้อนจึงยากต่อการนำค่าในอดีตมาใช้ในปัจจุบันหรือนำเอาข้อมูลของโครงการอื่นในอดีตมาใช้ในโครงการปัจจุบัน

ข.) ราคาที่ผู้รับเหมาสามารถจะจัดซื้อ จัดจ้าง ได้ ณ เวลาในขณะนั้น กับบริษัทตัวแทนจำหน่ายต่างๆ ตามศักยภาพและสภาวการณ์ของผู้รับเหมาขณะนั้น หมายถึงราคาที่ผู้รับเหมาจะได้มาซึ่งวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน ตามศักยภาพอัตราต่อรองทางการตลาดของผู้รับเหมาเอง โดยไม่มีการเผื่อความเสี่ยงต่างๆ ไว้ก่อนล่วงหน้า ซึ่งการประมาณราคาของต้นทุนที่ถูกต้องที่สุดคือ การนำทั้งสองส่วน ข้อ ก.) และ ข.) มาพิจารณาร่วมกัน

จากการประเมินแบบ Subjective Estimates ของผู้ประเมินสามารถแบ่งค่าประเมินออกเป็น 3 ลักษณะ ตามรูปแบบการกระจายของ 5^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ถูกนำเสนอโดย Pearson และ Tukey (1965) ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับการอธิบายการประมาณราคา และ รูปแบบที่ใช้ในการประมาณต้นทุน และเนื่องจากต้นทุนมีความเสี่ยงของราคาโดยสามารถที่จะปรับเปลี่ยนในทางที่สูงขึ้น และต่ำลงได้ จากสภาวะเศรษฐกิจและภาวะตลาดของผู้จำหน่าย ฯ

- การประมาณค่าสูง (Highest cost or worst-case estimate of cost estimate) หรือค่า Pessimistic คือค่าความเสี่ยงต้นทุนที่เกิดขึ้น ที่ผู้รับเหมาติดต่ออยู่ ณ. ขณะนั้น ในด้านที่มากขึ้น ซึ่งมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 5% ที่ราคาที่เกิดขึ้นจริงจะมากกว่าค่าสูง
- การประมาณค่าต่ำ (Lowest cost or best-case estimate of cost distribution) หรือค่า Optimistic คือค่าความเสี่ยงต้นทุนที่เกิดขึ้น ที่ผู้รับเหมาติดต่ออยู่ ณ. ขณะนั้น ในด้านที่น้อยลง ซึ่งมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 5% ที่ราคาที่เกิดขึ้นจริงจะน้อยกว่าค่าต่ำ
- การประมาณค่ากลาง (Modal value or most likely estimate of cost distribution) หรือราคาต้นทุน ในการจัดซื้อจัดจ้าง ณ.ขณะนั้น หรือโอกาสที่จะได้มากกว่าและน้อยกว่าราคาจริงเท่ากันเท่ากับ 50%

ค่าคาดหวัง (Expected Value) จากสมการ (2.4)

$$E[X] = [50\%] + 0.185\,\Delta \quad \text{เมื่อ} \quad \Delta = [95\%] + [5\%] - 2[50\%]$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ, Standard Deviation) จากสมการ (2.5)

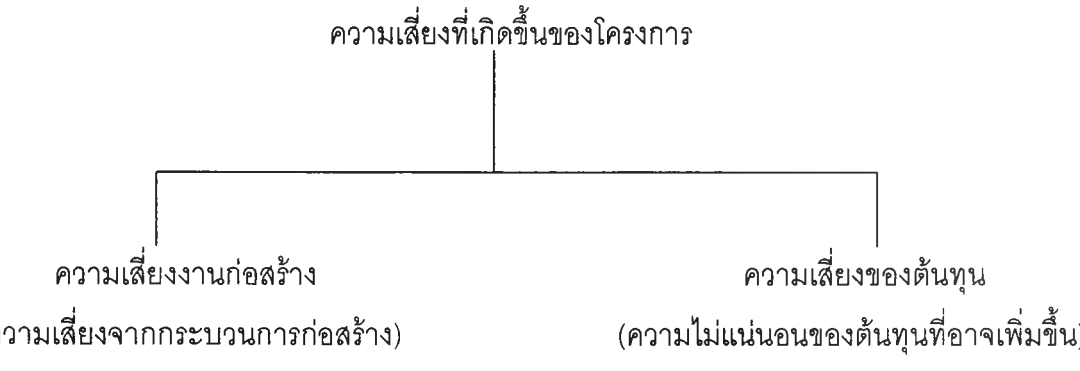
$$\sigma = \frac{[95\%] - [5\%]}{\max\left\{ 3.29 - 0.1\left(\frac{\Delta}{\sigma^{*}}\right)^{2}, 3.08 \right\}}$$

เมื่อ $\sigma^{*} = \dfrac{[95\%] - [5\%]}{3.25}$

3.4.2 ค่า Contingency

ในการประมาณราคางานก่อสร้างจะไม่สามารถหาค่าที่แน่นอนได้ค่าหนึ่ง เนื่องจากการประมาณราคาเป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้น ในความเป็นจริงย่อมต้องมีค่าคลาดเคลื่อนเนื่องจากความเสี่ยงต่างๆ ค่าที่นำมาใช้ชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการคือค่า Contingency ซึ่งค่านี้มักเป็นเปอร์เซ็นต์ที่บวกเพิ่มเข้าไปในราคาสุดท้ายที่ทำการประมาณราคา (Thompson และ Perry, 1992) โดยผู้มีประสบการณ์หรือจากฝ่ายบริหารโครงการ

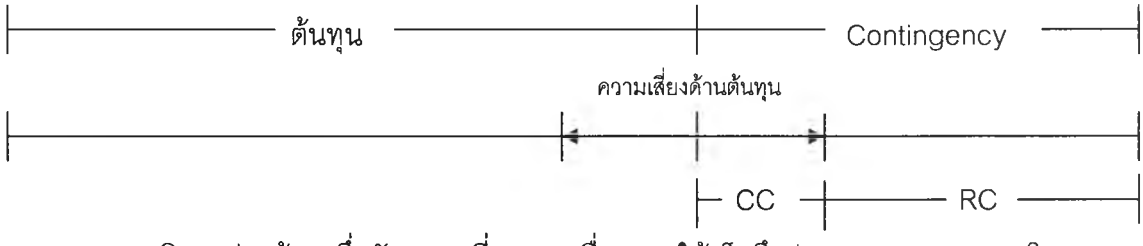
โดยปกติค่าของ Contingency มีไว้เพื่อชดเชยความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการ และการประมาณราคาก็ไม่สามารถที่จะให้ค่าที่แน่นอนได้ เนื่องจากราคาดังกล่าวมีความเสี่ยงด้านต้นทุนการประมาณเป็นเพียงการคาดการณ์เท่านั้น ซึ่งค่าต้นทุนรวมของโครงการเมื่อดำเนินการก่อสร้างจริง ก็มีโอกาสที่จะเพิ่มขึ้นและลดลงจากการประมาณเช่นกัน และในระหว่างกระบวนการก่อสร้างก็มีความเสี่ยงในด้านต่างๆเกิดขึ้น ดังนั้นการวิจัยจึงแบ่งการพิจารณาค่า Contingency เพื่อชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ชดเชยกับความเสี่ยงต้นทุนในส่วนที่อาจจะเพิ่มขึ้นจากการประมาณราคาและชดเชยกับความเสี่ยงจากกระบวนการก่อสร้าง



Cost Contingency (CC) คือ ค่าที่แสดงถึงความเสี่ยงของต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละรายการ ดังนั้นค่า Cost Contingency จึงมีไว้เพื่อ ชดเชยความเสี่ยงของราคาต้นทุนที่อาจจะสูงขึ้นในขั้นตอนของการก่อสร้างจริงอันเนื่องมาจากการปรับตัวสูงขึ้นของราคาวัสดุก่อสร้าง การปรับตัวของค่าแรงขั้นต่ำของแรงงานก่อสร้าง การขึ้นราคาของน้ำมัน เป็นต้น แต่มิใช่การเผื่อความเสี่ยงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อสร้าง โดยการปรับตัวของราคาต้นทุนก็มีด้านที่ลดเช่นเดียวกัน การวิจัยนี้พิจารณาในกรณีที่มากขึ้นเท่านั้นซึ่งถ้าต้นทุนปรับตัวลดลงสามารถพิจารณาให้ประโยชน์นั้นเป็นส่วนที่เพิ่มกำไรและค่า Risk Contingency ของโครงการ

Risk Contingency (RC) คือ ค่าที่ใช้ชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อสร้าง เช่น ความเสี่ยงในด้านของเครื่องจักรเสียหาย สภาพพื้นที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำงาน ค่า Contingency ส่วนนี้ใช้เพื่อชดเชยกับความเสี่ยงดังกล่าว โดยใช้ผลจากการประเมินความเสี่ยงของผู้เชี่ยวชาญโดยจะได้นำเสนอในรายละเอียดต่อไป

โดยที่ Contingency = Cost Contingency + Risk Contingency



สมมติงานก่อสร้างหนึ่งดังตารางที่ 3.3 เพื่อแสดงให้เห็นถึงค่า CC และ RC โดยการก่อสร้างนี้ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม ช่องที่ 3 แสดงการประมาณราคาต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม ช่อง 4 คือค่าต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง (Actual cost) เมื่อดำเนินการก่อสร้างจริง ซึ่งอาจจะไม่ใช่ค่าเดียวกับที่ประมาณไว้เนื่องจากการปรับตัวขึ้นของราคาวัสดุก่อสร้าง ค่าแรงงานและค่าน้ำมันเป็นต้น และในช่องที่ 5 ค่าที่ใช้ชดเชยกับความเสี่ยงด้านต้นทุนที่มากขึ้น (CC) ช่องที่ 6 คือค่าชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างในกิจกรรมนั้นๆ (RC) และก็มีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของงาน ช่องที่ 7 คือราคาที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละกิจกรรมเมื่อดำเนินการก่อสร้างไปแล้วมีค่าเท่ากับผลรวมของช่องที่ 4 และ 6

ตารางที่ 3.3 สมมติค่าของงานก่อสร้างงานหนึ่ง เพื่ออธิบายความหมายของ ค่า Contingency ทั้งสองค่าที่ใช้ชดเชยกับความเสี่ยงต้นทุนและความเสี่ยงกระบวนการก่อสร้าง

กิจกรรม	รายละเอียด	ประมาณราคาต้นทุน (3)	ต้นทุนจริง (4)	ค่าชดเชยความเสี่ยง CC (5)	ค่าชดเชยความเสี่ยง RC(6)	(7) ราคาจริง (4)+(6)
1	ปรับพื้นที่,งานดิน	4500	4400	-	500	4900
2	ฐานราก	15000	15500	500	2000	17500
3	งานโครงสร้าง	100000	105000	5000	20000	125000
4	งานสุขาภิบาล	8000	8000	0	1000	9000
5	งานระบบ	30000	31000	1000	1000	32000
6	หลังคา	25000	25000	0	-	25000
7	รั้วคอนกรีต	10000	10000	0	1000	11000

ค่าในตารางที่ 3.3 การประมาณราคาต้นทุน มีสมมติฐานคือไม่มีการเผื่อความเสี่ยงใดๆ (Risk-Free) ในขั้นตอนของการคิดราคาต้นทุนและ กิจกรรมที่ 1 ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงน้อยกว่าค่าที่ได้ประมาณไว้เนื่องจากมีการลดลงของค่าต้นทุนเมื่อดำเนินการก่อสร้างจริง ดังนั้นจึงไม่มีความเสี่ยงด้านต้นทุน แต่จากความเสี่ยงในกระบวนการทำงานทำให้ต้องใช้ค่า Risk Contingency ชดเชยกับความเสี่ยงดังกล่าว ดังช่องที่ (6) กิจกรรมที่ 2 ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงมีค่ามากกว่าค่าที่ได้ประมาณไว้เนื่องจากความเสี่ยงด้านต้นทุน เช่นราคาวัสดุก่อสร้าง ดังนั้นจึงต้องมีการชดเชยด้วยค่า Cost Contingency ชดเชยกับความเสี่ยงดังกล่าว ดังช่องที่ (5) และความเสี่ยงในกระบวนการก่อสร้าง ดังช่องที่ (6) และในกิจกรรมที่ 6 ค่าต้นทุนเมื่อดำเนินการก่อสร้างจริง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการประมาณราคาต้นทุน ทำให้มีค่าความเสี่ยงต้นทุนเท่ากับ 0 และไม่มีความเสี่ยงในกระบวนการก่อสร้างเช่นกัน จึงทำให้ราคาจริง ช่องที่ (7) มีค่าเท่ากับการประมาณราคาต้นทุนช่องที่ (3) เป็นต้น

การหาค่าของ Cost Contingency (CC)

จากทฤษฎีพื้นฐานการประมาณราคามีวิธีการหาค่าของ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน ของโครงการ ซึ่งได้กล่าวไว้ในรายละเอียดในหัวข้อ 2.7.1 และจากคุณสมบัติของการกระจายแบบปกติสามารถใช้ค่ามาตรฐานในการคำนวณหาค่าของ CC ได้โดย

กำหนดให้ X_p คือราคาที่ให้โอกาสความสำเร็จของต้นทุนที่ 95% หมายความว่า มีโอกาสอยู่ 95% ที่ต้นทุนจริงจะน้อยกว่าค่า X_p ซึ่งค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.65 หรือกล่าวอีกด้านหนึ่งคือมีโอกาสอยู่ 5% ที่ต้นทุนจริงนั้นจะมีราคามากกว่าราคา X_p

$$X_p = E(x) + (Z * S.D) \quad \text{.....3.4}$$

เมื่อ E(x) คือ ค่าคาดหวังของต้นทุนโครงการ

Z คือ ค่ามาตรฐาน

S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของต้นทุนของโครงการ

และค่า Cost Contingency = $X_p - E(x)$

Risk Contingency = Contingency – Cost Contingency

โดยที่ค่า Cost Contingency จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความเสี่ยงของต้นทุน ที่ใช้ในการประมาณราคา เมื่อ Cost Contingency มีค่าน้อย หมายความว่า งานก่อสร้างนั้นมีความแน่นอนในการประมาณต้นทุนสูง และถ้า Cost Contingency มีค่าสูง หมายความว่า งานก่อสร้างนั้นมีแน่นอนในการประมาณต้นทุนต่ำและมีความเสี่ยงของราคาต้นทุนสูง

3.5 ปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการจัดแบ่งค่า Contingency รวมของโครงการ

ค่า Contingency รวมถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเพื่อวัตถุประสงค์ในการชดเชยกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในโครงการ คือค่า Cost Contingency และ Risk Contingency ตามลำดับโดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาจัดแบ่ง Contingency มีดังนี้

3.5.1 ปัจจัยที่ใช้พิจารณาจัดแบ่งค่า Cost Contingency

กระบวนการจัดแบ่งค่า Cost Contingency นี้ คือการจัดแบ่งค่า Contingency เพื่อชดเชยกับความเสี่ยงของต้นทุนในส่วนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกิจกรรม โดยหลักการที่ใช้ระบุถึงกิจกรรมที่มีความเสี่ยงที่มากกว่าสามารถสรุปได้ดังนี้

ทฤษฎี Probabilistic Estimating ได้กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการระบุถึงกิจกรรมหรือรายการที่วิกฤต (Critical Operations for Estimating and Cost Control) จากปัจจัยดังนี้

1) สัดส่วน ต้นทุนของกิจกรรมย่อย ต่อ กิจกรรมรวมทั้งโครงการ
2) สัดส่วนของความแปรปรวนของราคากิจกรรมต่อกิจกรรมรวมทั้งโครงการ
3) ค่า CV (Coefficient of Variation) ของแต่ละกิจกรรมย่อย

และหลักการที่ใช้ในการพิจารณาปัจจัยทั้งสามนี้ เป็นเพียงการพิจารณาด้วยวิจารณญาณโดยไม่มีการหาค่ารวมที่แท้จริง

วิชาสถิติใช้การวัดการเบี่ยงเบนของข้อมูล ในกรณีที่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันด้วย Parameter ที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์ส่วนเบี่ยงเบน (Coefficient of Variation) ซึ่งเป็นการบ่งบอกการเบี่ยงเบนด้วยร้อยละมีค่าเท่ากับ สัดส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ย ซึ่งข้อมูลที่มีความส่วนเบี่ยงเบนที่มากกว่าคือเสี่ยงมากกว่านั่นเอง

Ranasinghe (1994) พิจารณาปัจจัยด้านของความแปรปรวนของข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักซึ่งใช้ความแปรปรวนนี้เองในการจัดแบ่งค่า Contingency ในโครงการโดยการหาสัดส่วนความแปรปรวนเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\% \text{ การกระจาย } C_i = \frac{\sigma c_i^2}{\sum_{j=1}^{n} \sigma c_j^2} \qquad \text{จากสมการ 2.11}$$

เมื่อ σc_i^2 คือความแปรปรวนของราคาของรายการ i

หลักการที่ใช้ในการจัดแบ่งค่า C_1 กล่าวไว้ว่าค่าที่มีความแปรปรวนมากกว่ามีความเสี่ยงมากกว่า จึงต้องจัดแบ่งค่า Contingency ให้มากกว่า ซึ่งหลักการดังกล่าวจะไม่สมบูรณ์เมื่อค่าของราคา (Cost) ของแต่ละรายการที่ไม่เท่ากัน แต่มีการกระจายเท่ากัน เช่น

รายการ	ราคา	ความแปรปรวนของราคา
รายการที่ 1	100	100
รายการที่ 2	10,000	100

Ranasinghe (1994) พิจารณาเฉพาะ ค่าของความแปรปรวนโดยไม่ได้คำนึงถึง สัดส่วนของต้นทุนหรือราคาของรายการ ซึ่งตามความเหมาะสมแล้ว การจัดแบ่งค่า Contingency ควรจะแตกต่างกันในรายการทั้ง 2 เพราะรายการที่ 1 ถือว่ามีความแปรปรวนสูง มากกว่า รายการที่ 2 ถึงแม้จะมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน

การวิจัยครั้งนี้นำผลของการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมาและหลักการทางสถิติมาประยุกต์และเป็นพื้นฐานในการจัดแบ่งค่า Cost Contingency โดยการพิจารณาปัจจัยทั้งสองนี้ร่วมกัน

1. <u>ปัจจัยความเสี่ยง (ความแปรปรวนของราคาต้นทุน)</u> การวัดความเสี่ยงในส่วนของ ความเสี่ยงต้นทุน สามารถวัดได้โดย ความแปรปรวน ของราคาต้นทุนที่เกิดขึ้น โดยราคาของกิจกรรมที่มีความแปรปรวนมาก มีความเสี่ยงที่มากกกว่า ราคาของกิจกรรมที่มีความแปรปรวนน้อยกว่า
2. <u>ปัจจัยด้านต้นทุน</u> เนื่องจากกิจกรรมที่ลงทุนมากกว่าเมื่อมีระดับความเสี่ยงเท่ากันย่อมมีความเสี่ยงมากกว่า อีกกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งในแต่ละกิจกรรมมีขนาดของต้นทุนแตกต่างกันออกไปในโครงการก่อสร้างหนึ่งๆ โดยหลักการที่ใช้ในการพิจารณาต้นทุนของกิจกรรมพิจารณาได้จากการประมาณราคา (Estimating) ซึ่งทฤษฎี Probabilistic Estimating พิจารณาขนาดต้นทุนของแต่ละรายการ ในการประมาณราคาเพื่อระบุกิจกรรมหรือรายการที่วิกฤตเช่นกัน โดยการนำปัจจัยด้านต้นทุนมาพิจารณานั้น ต้องทำให้เป็นสัดส่วนของต้นทุนในแต่ละกิจกรรมต่อกิจกรรมรวมทั้งโครงการ และได้ยกตัวอย่างการหาค่าสัดส่วนต้นทุนในตารางที่ 3.4

$$\text{สัดส่วนของต้นทุนของกิจกรรม } (i) = \frac{\text{ต้นทุนของกิจกรรม } i}{\text{ต้นทุนรวมของทุกกิจกรรมในโครงการ}} \quad \text{.....3.5}$$

ตารางที่ 3.4 ยกตัวอย่างโครงการก่อสร้างเพื่อแสดงการหาสัดส่วนต้นทุนที่มีกิจกรรม 7 กิจกรรม

กิจกรรม	รายละเอียด	ต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน
1	ปรับพื้นที่และงานดิน	4500	0.056
2	ฐานราก	15000	0.188
3	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	10000	0.125
4	งานสุขาภิบาล	8000	0.100
5	งานระบบ	30000	0.375
6	หลังคา	2500	0.031
7	รั้วคอนกรีตเสริมเหล็ก	10000	0.125

3.5.2 ปัจจัยที่ใช้พิจารณาจัดแบ่งค่า Risk Contingency

ค่า Risk Contingency นี้เป็นค่าที่ใช้ชดเชยกับความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมที่อาจเกิดขึ้น โดยผลการประเมินความเสี่ยงของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการประเมินความเสี่ยงเปรียบเทียบกันในแต่ละกิจกรรมของโครงการ

1) <u>ปัจจัยความเสี่ยง</u> เป็นปัจจัยที่เปรียบเทียบได้กับความแปรปรวนของราคา ในส่วนของ Cost Contingency แต่การวัดความเสี่ยงของ Risk Contingency นั้นใช้การประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมินจากวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) ดังที่ได้กล่าวในรายละเอียดในหัวข้อ 3.2
2) <u>ปัจจัยด้านต้นทุน</u> เป็นปัจจัยที่พิจารณาเช่นเดียวกับที่พิจารณาในการจัดแบ่งของ Cost-Contingency
3) <u>ปัจจัยด้านความแปรปรวนของความเสี่ยง</u> การประเมินความเสี่ยงของผู้เชี่ยวชาญ ในแต่ละกิจกรรมที่อยู่ในโครงการนั้น ซึ่งการประเมินนั้นจะไม่สามารถให้ผลของการประเมินได้ตรงกันในทุกผู้เชี่ยวชาญ เพราะแต่ละบุคคลมีประสบการณ์ และความคิดเห็นต่อความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมนั้นแตกต่างกันออกไป ซึ่งในส่วนนี้เองสามารถที่จะบ่งบอกได้ถึงความไม่แน่นอนในแต่ละกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมที่มีความไม่แน่นอนสูงคือกิจกรรมที่มีการประเมินแตกต่างกันในแต่ละผู้เชี่ยวชาญอย่างมาก ก็คือกิจกรรมนั้นมีความเสี่ยงสูงกว่ากิจกรรมที่มีการประเมินที่ไม่แตกต่างกันมากในแต่ละผู้เชี่ยวชาญ

สมมติการประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมินจำนวน 5 คนประเมินกิจกรรม A และกิจกรรม B ให้มีสัดส่วนความเสี่ยงของกิจกรรมต่อทั้งโครงการซึ่งได้จากวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4	5
สัดส่วนความเสี่ยงของกิจกรรม A	15%	18%	17%	14%	16%
สัดส่วนความเสี่ยงของกิจกรรม B	40%	35%	15%	45%	20%

พิจารณาการกระจายของข้อมูลความเสี่ยงใน กิจกรรม A นั้นน้อยกว่า กิจกรรม B หมายความว่า กิจกรรม B มีความแปรปรวนมากกว่า กิจกรรม A ซึ่งกิจกรรมที่มีความแปรปรวนสูงในการประเมินความเสี่ยง มีความเสี่ยงมากกว่ากิจกรรมที่มีความแปรปรวนต่ำ

ในทางสถิตินั้นการวัดค่าการกระจายของข้อมูล หรือ ค่าความเบี่ยงเบนนั้นนิยมใช้ค่าความแปรปรวน นั่นคือ ค่ากำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งค่าความแปรปรวนใช้ในการวัดความเสี่ยง ความแปรปรวนบ่งบอกถึงความไม่แน่นอน ซึ่งความแปรปรวนที่มากกว่าก็คือความเสี่ยงที่มากกว่า

ค่าเฉลี่ย (Mean) $= \sum X_i / N$ 3.6

X_i = ค่าความเสี่ยง

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$\sigma = \sqrt{(X_i - \text{Mean})^2 / N} \quad \text{.....3.7}$$

ความแปรปรวน (Variation) $= (X_i - \text{Mean})^2 / N$ 3.8

ตารางที่ 3.5 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาจัดแบ่งค่า Cost Contingency และ Risk Contingency

Cost Contingency	Risk Contingency
1. <u>ความเสี่ยง (ความแปรปรวนราคาต้นทุน)</u> การวัดความเสี่ยงของราคาต้นทุนของกิจกรรมนั้นๆ ใช้ค่าความแปรปรวนในการวัดความเสี่ยงโดยหาค่าความแปรปรวนจาก Pearson's distribution	1. <u>ความเสี่ยง</u> การวัดความเสี่ยงทำโดยการประเมินความเสี่ยงจากผู้ประเมินด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่และหาค่าเป็นสัดส่วนของความเสี่ยงในกิจกรรมนั้นต่อทุกกิจกรรมในโครงการ
2. <u>ต้นทุน</u> ในแต่ละกิจกรรมมีราคาไม่เท่ากันซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณา โดยการหาค่าสัดส่วนของราคากิจกรรมต่อทุกกิจกรรมในโครงการ	2. <u>ต้นทุน</u> ในแต่ละกิจกรรมมีราคาไม่เท่ากันซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณา โดยการหาค่าสัดส่วนของราคากิจกรรมต่อทุกกิจกรรมในโครงการ
	3. <u>ความแปรปรวนความเสี่ยง</u> ผู้ที่ทำการประเมินความเสี่ยงในโครงการมีหลายบุคคลและผลการประเมินอาจไม่มีความสอดคล้องกันซึ่งกิจกรรมที่มีการประเมินที่ไม่สอดคล้องกันมากย่อมมีความเสี่ยงมากกว่ากิจกรรมที่ประเมินอย่างสอดคล้อง

<u>หมายเหตุ</u> ปัจจัยที่ใช้ในการแบ่ง Cost Contingency มี 2 ปัจจัยและปัจจัยที่ใช้ในการจัดแบ่ง Risk Contingency มี 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ไม่มีคือ ความแปรปรวนความเสี่ยง ของ Risk Contingency ในส่วนของ Cost Contingency เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงราคาต้นทุน เมื่อดำเนินการก่อสร้างไปจริงจะมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเดียว แต่การประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมินมีหลายบุคคลจึงมีค่าความแปรปรวนเกิดขึ้น

3.6 วิธีการจัดแบ่งค่า Contingency ให้กับแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโครงการ

ทฤษฎีในการรวมปัจจัยที่ใช้พิจารณาจัดแบ่ง Contingency เปรียบเสมือนกับการรวมตัวแปรที่พิจารณาเข้าด้วยกัน โดยการประยุกต์ใช้สมการเส้นตรงเพื่อรวมปัจจัยที่ต้องการพิจารณามาเป็นปัจจัยเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$Z = a X_1 + b X_2 + c X_3 \ldots + n X_n \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 3.9$$

โดยที่ Z คือ ตัวแปรตาม

$X_1 \ldots X_n$ คือ ตัวแปรต้น

$a, b, c, \ldots, n$ คือ ค่าคงตัว

ค่าของ Z คือ ตัวแปรใหม่ที่เป็นการรวมปัจจัยที่พิจารณา X_1, X_2, X_3 เข้าด้วยกันเป็นปัจจัยเดียว โดยที่ X_1, X_2, X_3 คือปัจจัยที่พิจารณาโดยอยู่ในรูปแบบของสัดส่วนของกิจกรรมนั้นต่อกิจกรรมรวมทั้งโครงการ และค่าของ a, b, c,...,n คือค่าคงตัว ที่ใช้ระบุถึงความสำคัญของปัจจัยนั้นๆที่ค่าคงตัวนี้คูณอยู่ โดยผลรวมของค่าคงตัว a, b, c,...,n ต้องมีค่าเป็น 1 เสมอ

3.6.1 วิธีการจัดแบ่งค่า Cost Contingency

การหาค่าสัดส่วนรวมจากสัดส่วนทั้งสองค่า คือ สัดส่วนความแปรปรวน และ สัดส่วนต้นทุน เพื่อใช้ในการจัดแบ่งค่า Cost Contingency และมีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองเป็นค่า c และ d ตามลำดับ

สัดส่วนรวม(ความแปรปรวน,ต้นทุน)= c*(สัดส่วนความแปรปรวน)+ d*(สัดส่วนต้นทุน) ...3.10

3.6.2 วิธีการจัดแบ่งค่า Risk Contingency

จากการหาสัดส่วนรวมจากสัดส่วนทั้งสามค่า คือ สัดส่วนความเสี่ยง สัดส่วนต้นทุน และสัดส่วนความแปรปรวนของความเสี่ยง และมีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสามเป็นค่า e, f และ g ตามลำดับ

สัดส่วนรวม(ความเสี่ยง,ต้นทุน,ความแปรปรวนความเสี่ยง) =
e*(สัดส่วนความเสี่ยง) + f*(สัดส่วนต้นทุน) + g*(สัดส่วนความแปรปรวนความเสี่ยง) ..3.11

* การให้น้ำหนักความสำคัญของค่าคงตัว c, d ของสมการสัดส่วนรวมของการจัดแบ่งค่า Cost Contingency และ e, f, g ของสมการสัดส่วนรวมของการจัดแบ่ง Risk Contingency คือ การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเพื่อพิจารณาการจัดแบ่งค่า Cost Contingency, Risk-Contingency ตามลำดับ โดยปัจจัยทั้งสองและสามปัจจัยเป็นปัจจัยที่สำคัญและส่งผลกระทบโดยตรงต่อการจัดแบ่งค่า Cost Contingency, Risk Contingency ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามความสำคัญของปัจจัยทั้งสองและสามปัจจัย อาจมีความสำคัญแตกต่างกันไป ตามสถานการณ์และสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการก่อสร้างและกิจกรรมงานก่อสร้าง การประเมินค่าของปัจจัยอาจให้ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน ส่งผลให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองและสามปัจจัยไม่เท่ากัน การวิจัยครั้งนี้จึงนำเสนอเกณฑ์หรือบรรทัดฐาน (Criteria) ในการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสองและสามค่าดังตารางที่ 3.6

ยกตัวอย่างการพิจารณาค่าของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากหลักเกณฑ์ของตารางที่ 3.6 เช่น หลักเกณฑ์การพิจารณาจัดแบ่งค่า Risk Contingency ของโครงการหนึ่ง ผู้ประเมินความเสี่ยง (ปัจจัยที่ 1 ของการจัดแบ่ง Risk Contingency) มีความรู้และความชำนาญสูงและมีจำนวนผู้ประเมินความเสี่ยงจากหลายบุคคลซึ่งสามารถให้ผลการประเมินที่มีความถูกต้องสูงและครบถ้วนและการพิจารณาปัจจัยความแปรปรวนความเสี่ยง (ปัจจัยที่ 3 ของการจัดแบ่ง Risk-Contingency) ในกลุ่มของผู้ประเมินความเสี่ยงมีคณะที่ทำงาน (Team) ด้วยกันมาระยะเวลาหนึ่งที่ให้แนวทางการประเมินความเสี่ยงแตกต่างกันบ้างเนื่องจากความคิดเห็นที่แตกต่างกันและจากลักษณะของงานในกิจกรรมนั้น ดังนั้นปัจจัยนี้จึงมีความถูกต้องอยู่ในระดับกลาง ในขณะที่การประมาณราคาต้นทุน ผู้ประมาณราคา (Estimator) ไม่มีหลักการในการถอดแบบก่อสร้างและไม่มีมาตรฐานในการคิดราคาของงานที่ชัดเจน ส่งผลให้การหาสัดส่วนต้นทุนมีความถูกต้องน้อยและไม่น่าเชื่อถือเท่าที่ควร ดังนั้นการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจึงจัดลำดับให้ความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ 1.ปัจจัยความเสี่ยง 2.ปัจจัยความแปรปรวนความเสี่ยง 3.ปัจจัยต้นทุน

อย่างไรก็ตามหลักเกณฑ์การพิจารณาความสำคัญของปัจจัยที่ได้นำเสนอโดยการวิจัยครั้งนี้ดังตารางที่ 3.6 เป็นเพียงแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งการพิจารณาปัจจัยอาจมีรายละเอียดของหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณามากขึ้น เพื่อทำให้สมการที่ใช้ในการพิจารณาการจัดแบ่งค่า Contingency มากขึ้น

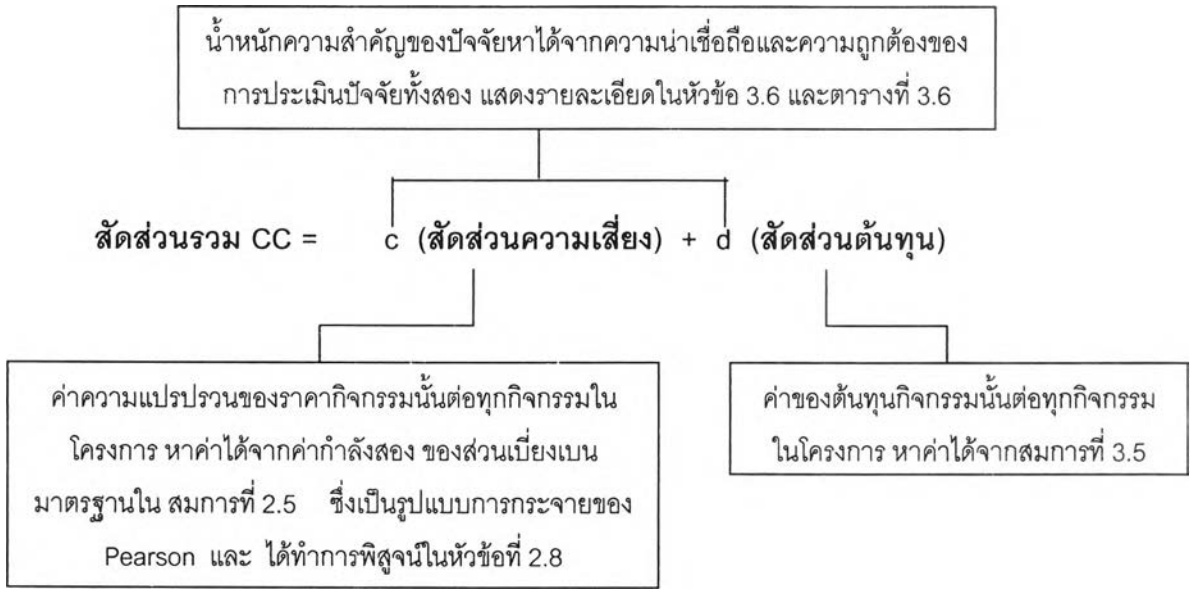
ตารางที่ 3.6 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของการจัดแบ่ง Cost Contingency และ Risk Contingency

Cost Contingency (CC)	Risk Contingency (RC)
1. <u>ความเสี่ยง (ความแปรปรวนราคาต้นทุน)</u> ความถูกต้องการประมาณค่าราคาที่ 5^{th}, 50^{th}, 95^{th} ของแต่ละกิจกรรม โดยพิจารณาได้ดังนี้ - ใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างในการประมาณหรือไม่ - ความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างสูงกว่าปกติหรือไม่ - ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่ามีความเชื่อถือได้มากน้อยอย่างไร	1) <u>ความเสี่ยง</u> ความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงจากวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ โดยพิจารณาได้ดังนี้ - จำนวนผู้ประเมินมากพอหรือไม่ - ความรู้และประสบการณ์ของผู้ประเมินมากน้อยอย่างไร - การเก็บสถิติของข้อมูลความเสี่ยงและความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีมากน้อยอย่างไร
2) <u>ต้นทุน</u> ความถูกต้องของการประมาณราคาต้นทุนของผู้ประมาณราคา โดยพิจารณาได้ดังนี้ - ผู้ประมาณราคามีความรู้และประสบการณ์มากน้อยอย่างไร - มาตรฐานของการถอดแบบและวิธีการที่ใช้ในการประมาณราคาเหมาะสมหรือไม่	2. <u>ต้นทุน</u> ความถูกต้องของการประมาณราคาต้นทุนของผู้ประมาณราคา โดยพิจารณาได้ดังนี้ - ผู้ประมาณราคามีความรู้และประสบการณ์มากน้อยอย่างไร - มาตรฐานของการถอดแบบและวิธีการที่ใช้ในการประมาณราคาเหมาะสมหรือไม่
	3) <u>ความแปรปรวนความเสี่ยง</u> ความถูกต้องของการประเมินความเสี่ยงที่แตกต่างกันของผู้ประเมิน โดยพิจารณาดังนี้ - ความเป็นคณะที่ร่วมกันทำงาน(Team) มากน้อยอย่างไร

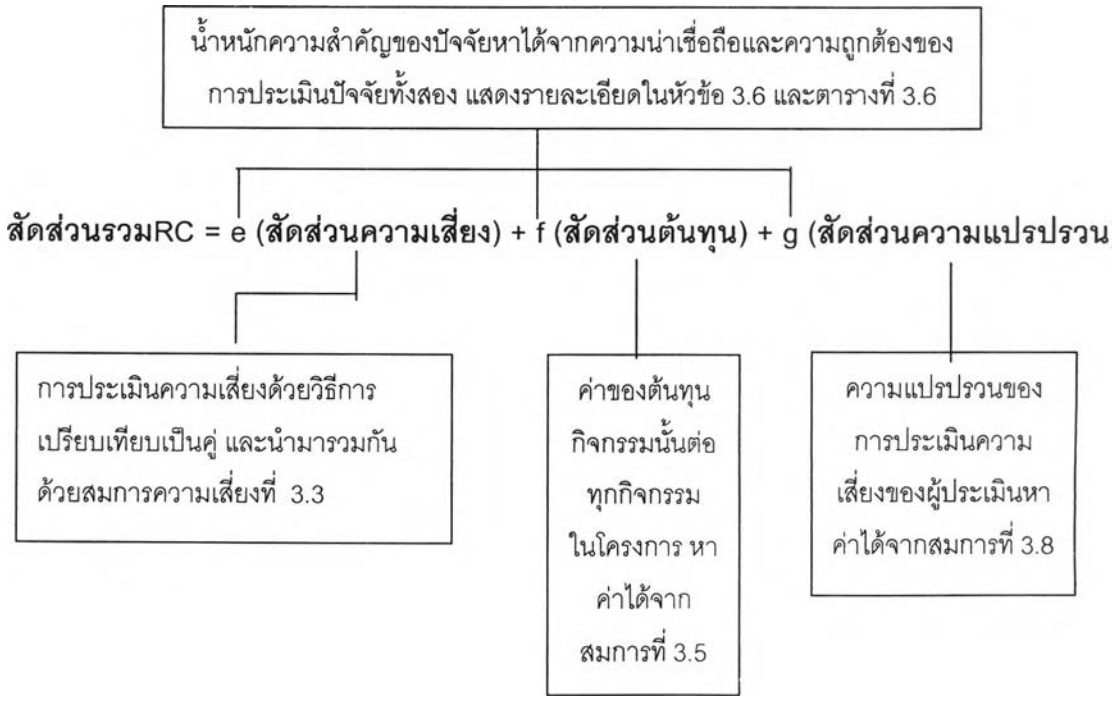
3.7 สรุปขั้นตอนการจัดแบ่ง Contingency กับแต่ละส่วนของโครงการ

3.7.1 สรุปสมการที่ใช้ในการจัดแบ่งค่า Contingency

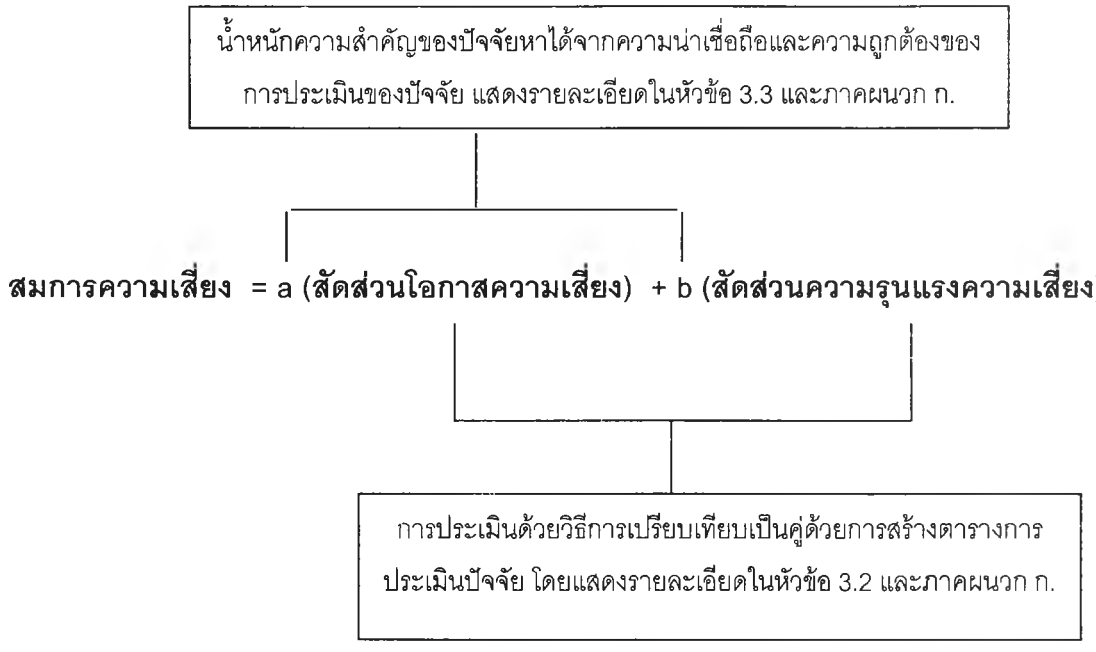
- **สมการสัดส่วนรวมของการจัดแบ่ง** Cost Contingency (CC)



- **สมการสัดส่วนรวมของการจัดแบ่ง** Risk Contingency (RC)

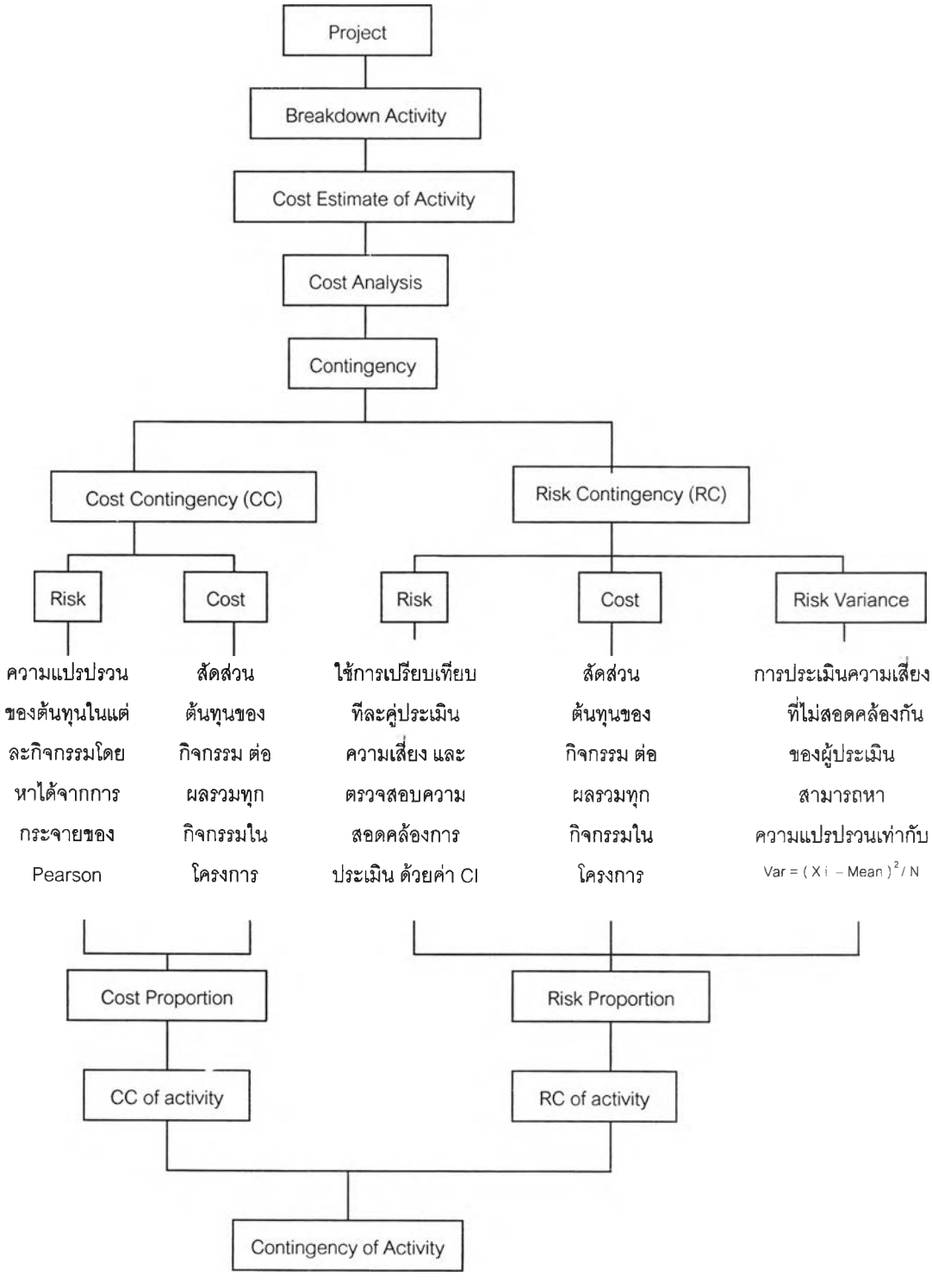


รูปที่ 3.1 **แสดงสมการที่ใช้ในการจัดแบ่งค่า** Contingency **ของการวิจัย**



รูปที่ 3.1 **แสดงสมการที่ใช้ในการจัดแบ่งค่า** Contingency **ของการวิจัย (ต่อ)**

3.7.2 แผนผังแสดง ขั้นตอนการจัดแบ่ง Contingency



รูปที่ 3.2 แผนผังรวมของขั้นตอนการจัดแบ่งค่า Contingency ให้กับแต่ละส่วนของโครงการก่อสร้าง