บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการจัดการความเสี่ยงงานก่อสร้างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยมากมายดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ไว้ในบทการสำรวจเชิงเอกสาร ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้

2.1 **ความหมายของความเสี่ยง**

ในโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่งมีความซับซ้อนของงานที่เกิดขึ้น ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างที่ยาวนานและมีการร่วมมือกันในหลายๆ ฝ่าย หลายบุคคล จึงเป็นการนำมาซึ่งความเสี่ยง (Risks) ต่างๆ มากมาย

ความเสี่ยง (Risks) คือ เหตุการณ์ในแง่ลบหรือในด้านที่ไม่ดี ซึ่งสามารถที่จะคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งความเสี่ยงนี้เองสามารถที่จะจัดการได้ ลดความเสี่ยง หรือปันความรับผิดชอบไปสู่ฝ่ายต่างๆตลอดจนผลักภาระให้บุคคลที่สามได้และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นนั้นก็มีหลายด้าน เช่น

- ด้านกฎหมาย เช่น ระเบียบข้อบังคับต่างๆ
- ด้านก่อสร้าง เช่น ขาดแคลน วัสดุ แรงงาน เครื่องจักร แบบผิดพลาด งานเอกสารมีความล่าช้า
- ด้านราคาค่าก่อสร้าง เช่น ประมาณราคาผิดพลาด การขึ้นลงของราคาวัสดุก่อสร้าง
- ด้านเศรษฐกิจ เช่น อัตราดอกเบี้ย ภาวะเงินเฟ้อ ค่าแรงงาน
- ด้านสัญญา เช่น ค่าปรับ การจ่ายเงินงวดช้า ข้อขัดแย้งของการอ้างกรรมสิทธิ์
- ด้านการกระทำ เช่น ความประพฤติของแรงงานไม่ดี อุบัติเหตุ ข้อขัดแย้งของคนงาน ไม่มีการวางแผนงานที่ดี
- ด้านการเมือง อัตราภาษี นโยบายที่ไม่มั่นคง
- ด้านการค้า เช่น ปริมาณอุปสงค์ อุปทาน การแข่งขันด้านราคาที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

Smith (1999) ได้จัดแบ่งประเภทของความเสี่ยงออกเป็น 8 ประเภท

1) ความเสี่ยงจากสภาวะธรรมชาติ (Natural Risks)
2) ความเสี่ยงจากการออกแบบ (Design Risks)
3) ความเสี่ยงจากระบบการจัดส่ง (Logistics Risks)
4) ความเสี่ยงด้านการเงิน (Financial Risks)
5) ความเสี่ยงด้านกฎระเบียบ กฎเกณฑ์ และกฎหมาย (Legal and Regulatory Risks)
6) ความเสี่ยงด้านการนโยบายและการเมือง (Political Risks)
7) ความเสี่ยงจากงานก่อสร้าง (Construction Risks)
8) ความเสี่ยงด้านสภาพแวดล้อม (Environmental Risks)

ในแต่ละประเภทของความเสี่ยงก็ยังแบ่งออกเป็น ฝ่ายที่รับผิดชอบ, วิธีในการจัดการกับความเสี่ยงนั้นๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็นอีก 6 ประเภทดังนี้

- ความเสี่ยงจากภายในองค์กร (Internal Risks)
- ความเสี่ยงภายนอกองค์กร (External Risks)
- ความเสี่ยงที่คาดการณ์ได้ (Predictable Risks)
- ความเสี่ยงที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ (Unpredictable Risks)
- ความเสี่ยงด้านสัญญา (Contractual Risks)
- ความเสี่ยงด้านงานก่อสร้าง (Construction Risks)

2.2 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

การจัดการความเสี่ยง เป็นการรวบรวมขั้นตอนและกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในงานก่อสร้าง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีรายละเอียด การนิยามในขั้นตอนต่างๆนั้นแตกต่างกันในแต่ละทฤษฎี ซึ่งจะกล่าวไว้ในรายละเอียดดังต่อไปนี้

Thompson และ Perry (1992) กล่าวถึงการจัดการความเสี่ยงดังนี้

- ป้องกันและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงและลดความรุนแรงที่เกิดขึ้น
- ดำเนินการโครงการทีละขั้นตอนและศึกษาตรวจสอบข้อมูลในอนาคตเพื่อการลดความไม่แน่นอน
- พิจารณาการถ่ายโอนความเสี่ยงในสัญญาด้วยความระมัดระวังและควบคุมการจัดแบ่งความเสี่ยง
- พิจารณาความเสี่ยงที่จะให้บริษัทประกันรับผิดชอบ
- จัดตั้งค่าที่ใช้ชดเชยความเสี่ยงในกระบวนการประมาณราคา
- วางแผนการใช้ค่า Contingency เมื่อเกิดความเสี่ยงขึ้น

Wideman (1998) กล่าวว่า "ในโครงการก่อสร้างหนึ่งๆ สภาวะแวดล้อมของโครงการก่อสร้างล้วนมีแต่สิ่งที่ไม่แน่นอน ดังนั้นโครงการหนึ่งๆจะสามารถที่จะควบคุมต้นทุน และเวลา ให้เป็นไปตามแผนได้หรือไม่ อาจจะมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วทำให้ความก้าวหน้าของงานนั้นลดลง โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วประสบความสำเร็จมากน้อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับการตั้งนิยามความสำเร็จไว้อย่างไรด้วย การบริหารโครงการให้ประสบความสำเร็จเป็นศิลปะมากกว่าวิทยาศาสตร์"

กระบวนการจัดการความเสี่ยงของการก่อสร้าง Wideman (1998) ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การชี้ชัดความเสี่ยง (Risk Identification)

คือการคาดการณ์ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นรวมถึงความรุนแรงต่อความสำเร็จของโครงการ ตั้งแต่ โอกาสเกิดมากที่สุดและความรุนแรงรุนแรงที่สุด จนถึง โอกาสเกิดน้อยและความรุนแรงรุนแรงน้อยที่สุดโดยการประชุมร่วมกันในองค์กร (Brainstorming) ของผู้ที่เกี่ยวข้องในช่วงเริ่มต้นของโครงการและทำการแบ่งระดับความสำคัญของความเสี่ยงต่างๆ

2) การประเมินและหาปริมาณความเสี่ยง (Assessment and Quantification)

คือการประเมินและให้ค่าของความเสี่ยงซึ่งแบ่งเป็น โอกาสของความเสี่ยงและความรุนแรงความเสี่ยงนั้น มีตั้งแต่ระดับที่ต่ำที่สุดจนระดับรุนแรงมากที่สุด

3) การตอบสนอง (Response)

สร้างวิธีการจัดการกับความเสี่ยงดังกล่าว เช่น การทำประกัน การผลักภาระให้กับฝ่ายอื่นและการใช้ค่า Contingency เพื่อการชดเชยความเสี่ยงรวมถึงการจัดแบ่งความเสี่ยงให้กับฝ่ายต่างๆที่ร่วมกันในโครงการก่อสร้างด้วย

Fisk (2000) กล่าวไว้ว่า การจัดการความเสี่ยงคือการป้องกัน ลดความเสี่ยง แบ่งปันกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในองค์กร ซึ่งความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นนั้นจะต้องมีการประชุมร่วมกันระหว่างทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องว่าจะตัดสินใจกันอย่างไรกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในหัวข้อต่อไปนี้

1) จะกำหนดระดับของความเสี่ยงขนาดไหนถึงจะเหมาะสม
2) ฝ่ายใดที่จะเป็นผู้มารับผิดชอบความเสี่ยงที่เกิดขึ้น
3) ความเสี่ยงใดที่ควรจะให้บริษัทประกันดูแลรับผิดชอบ

ความเสี่ยงเป็นสิ่งที่ควบคู่กับการก่อสร้าง ดังนั้นการจัดการความเสี่ยงจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการบริหารการก่อสร้างให้ประสบผลสำเร็จ การชี้ชัดความเสี่ยง การประเมินความเสี่ยงฯ เป็นสิ่งที่อยู่ในขั้นตอนของการจัดการความเสี่ยง แต่ในกระบวนการเหล่านี้ก็แตกต่างกันไปตามวิธีการของแต่ละบุคคล องค์กร และการใช้ค่า Contingency กับการชดเชยความเสี่ยงก็เป็นส่วนที่กล่าวถึงเช่นกัน

2.3 **การจัดแบ่งความเสี่ยง** (Risk Allocation)

ขั้นตอนการจัดแบ่งความเสี่ยงคือขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) โดยลักษณะของการจัดแบ่งความเสี่ยงนั้น เป็นการจัดแบ่งตามความเหมาะสมของสัญญา การตกลงกันของแต่ละฝ่ายที่ร่วมกันในโครงการ และการทำการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง โดยในรายละเอียดของแต่ละวิธีการนั้นได้เสนอไว้ดังนี้

ในอดีตที่ผ่านมาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างเจ้าของงานจะผลักภาระความรับผิด-ชอบแก่ผู้รับเหมา ผู้รับเหมาจึงจำเป็นต้องทำการเผื่อความเสี่ยงต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างงานก่อสร้างดังนี้

1) ในสัญญาของราคาค่าก่อสร้างจะมีราคาที่สูงเนื่องจากต้องเผื่อค่าความเสี่ยง
2) การฟ้องร้องต่อศาลจะเกิดขึ้นในกรณีที่ความเสี่ยงดังกล่าวนั้นมากเกินกว่าที่ผู้รับเหมาจะรับผิดชอบได้

ผลที่เกิดขึ้นคือ ข้อพิพาทระหว่างเจ้าของงานและผู้รับเหมาซึ่งจุดนี้เองเป็นผลเสียของทั้งสองฝ่าย ดังนั้นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งเพื่อเป็นการพิจารณาเรื่องของความเสี่ยงนั้นจะต้องรู้ถึงความเหมาะสมในการที่จะแบ่งปันความเสี่ยง ให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง และในระยะเวลาผ่านมาได้มีผู้ทำการจัดแบ่งความเสี่ยงต่างๆ ตามสาเหตุที่เกิดความเสี่ยง ความสามารถในการควบคุมได้และความเหมาะสมต่างๆ กันดังนี้

2.3.1 การจัดแบ่งความเสี่ยงในสัญญามาตรฐาน

Zack (1996) ได้กล่าวถึงการจัดแบ่งความเสี่ยงและศึกษาวิธีจัดแบ่งความเสี่ยงในสัญญามาตรฐานไว้ดังนี้

"การจัดแบ่งความเสี่ยงไม่ใช่แนวความคิดใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีการถกเถียงกันอย่างมากระหว่าง เจ้าของงาน และ ผู้รับเหมา ถึงความรับผิดชอบในความเสี่ยงต่างๆ ซึ่งงานก่อสร้างของภาครัฐในยุคก่อนปี 1980 นั้นผู้รับเหมาจะรับผิดชอบต่อความเสี่ยงทุกอย่างและก็ใช้ค่า Contingency ในการชดเชยกับความเสี่ยงเหล่านั้น"

ในปัจจุบันนี้ ผู้รับเหมาจะได้รับข้อมูลที่มากมายในขณะที่เข้าร่วมประมูลงาน ซึ่งเอกสารเหล่านั้นมีมากมาย ซึ่งไม่อาจจะตรวจสอบและศึกษาได้ครบถ้วนด้วยเวลาอันสั้นและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อความเสี่ยงนั้นก็อาจจะอยู่นอกเหนือกับความสามารถในการควบคุมได้ของทั้งสองฝ่าย ฉะนั้นจึงเกิดการจัดแบ่งความเสี่ยงในสัญญามาตรฐานขึ้น โดยการประเมินความเสี่ยงและจัดแบ่งให้เข้ากับแต่ละฝ่ายด้วยความเหมาะสมภายใต้สัญญาก่อสร้าง ซึ่งใช้หลักการดังนี้

1) ทุกความเสี่ยงจะเป็นความเสี่ยงของเจ้าของงานทั้งหมดเว้นแต่ความเสี่ยงที่ได้กล่าวไว้ว่าเป็นความเสี่ยงของฝ่ายอื่น ในข้อกำหนดของสัญญา
2) การตัดสินว่าเป็นความเสี่ยงของฝ่ายใด โดยการตัดสินนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถและความรู้ความชำนาญในการจัดการกับความเสี่ยงนั้น เมื่อความเสี่ยงนั้นเกิดขึ้น

จุดประสงค์ของการจัดแบ่งความเสี่ยงเพื่อลดราคางานก่อสร้าง โดยที่ผู้รับเหมาควรจะลดค่า Contingency ลงเนื่องจากมีการจัดแบ่งความเสี่ยงที่กล่าวไว้ในสัญญาแล้ว ซึ่งได้นำสัญญา General Conditions of the Construction Contract ซึ่งจัดโดย Engineers Joint Contract Documents Committee (EJCDC No. 1980-8 [1990 edition]) ซึ่งในสัญญาฉบับนี้ได้มีการชี้ชัดความเสี่ยงไว้เป็นหมวดหมู่ดังนี้

1) ความเสี่ยงทางกายภาพ (Physical Risks)
2) ความเสี่ยงด้านความสามารถ (Capability-Related Risks)
3) ความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจ (Economics Risks)
4) ความเสี่ยงด้านเวลา (Time-Related Risks)
5) ความเสี่ยงด้านวิศวกรรมและการก่อสร้าง (Engineering and Construction Risks)

และมีรายละเอียดในแต่ละหมวดหมู่ความเสี่ยงดังนี้ โดยได้ยกตัวอย่างบางหัวข้อของการจัดแบ่งความเสี่ยงดังนี้

ความเสี่ยงทางกายภาพ (Physical Risk) คือความเสี่ยงที่ไม่สามารถทำให้ผู้รับเหมาทำงานได้อย่างต่อเนื่องตามที่วางแผนไว้ หรือก็ไม่สามารถที่จะทำการก่อสร้างได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคำสั่ง และตามหลักการในการศึกษานั้นจัดแบ่งได้ดังนี้

- Act of God คือเหตุการณ์ที่ไม่ปกติที่เกิดจากธรรมชาติซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ไว้ก่อนได้ ในสัญญา EJCDC นั้นได้จัดการออกเป็น 2 แบบคือ

แบบที่หนึ่ง ให้ผู้รับเหมารับผิดชอบกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นก็ให้ส่งผ่านความเสี่ยงนี้ไปยังบริษัทประกัน ซึ่งภายหลังนี้ก็เป็นข้อกำหนดในสัญญาประมูลงานก่อสร้างด้วย ซึ่งผู้รับเหมาสามารถที่จะรวมเอาค่าเบี้ยประกันเข้าไปในราคาประมูลได้

แบบที่สอง กล่าวถึงเรื่องของระยะเวลาของโครงการ โดยให้เวลาผู้รับเหมาเพิ่มขึ้นได้ แต่ไม่อนุญาตให้บวกค่า โสหุ้ย ซึ่งเจ้าของงานจะไม่คิดค่าปรับเนื่องจากงานล่าช้า (Liquidated-Damages) ในช่วงเวลานั้น

- Impracticality/Impossibility ความเป็นไปไม่ได้ในการก่อสร้าง เจ้าของงานนั้นต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับ ความสามารถในการก่อสร้างได้ ของโครงการซึ่งกล่าวได้เป็นนัยก็คือ โครงการนั้นต้องสามารถก่อสร้างได้ ฉะนั้นความขัดแย้ง ความไม่ชัดเจน ความคลาดเคลื่อน และการผิดพลาด นั้นเป็นสิ่งที่เจ้าของงานต้องรับผิดชอบทั้งในด้านของ เงินและเวลา

- Latent Site Condition สภาพพื้นที่ก่อสร้างที่ซ่อนเร้น เจ้าของงานจะต้องรับผิดชอบต่อสภาพหน้างานที่แตกต่างไปจากที่ได้ระบุไว้ ตลอดจนสภาพทางกายภาพทุกอย่าง ซึ่งส่งผลต่อเวลาและราคาค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นของผู้รับเหมา แต่อย่างไรก็ตาม ขอบเขตของความรับผิดชอบนั้นก็ได้จำกัดอยู่ที่เอกสารการประมูล

- Quantity of Variation ปริมาณงานที่เปลี่ยนแปลงไปจากที่ได้ประมาณไว้นั้น ถือเป็นความเสี่ยงที่ในสัญญาระบุให้มีการแบ่งความเสี่ยงระหว่างฝ่ายต่างๆในโครงการ อนึ่งปริมาณที่เปลี่ยนไปนั้นต้องเปลี่ยนแปลงในระดับที่มากพอสมควรซึ่งในที่นี้กำหนดไว้ที่ 15% ของปริมาณงานที่ได้ประมาณไว้

- Site Access เจ้าของงานต้องรับผิดชอบต่อผู้รับเหมาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการส่งมอบพื้นที่ การเข้าออกพื้นที่ และพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งถ้าเกิดความเสียหายขึ้นกับผู้รับเหมานั้นๆ ก็มีสิทธิ์ที่เรียกร้องกรรมสิทธิ์ได้ (Claim) แต่ถ้าผู้รับเหมาต้องการพื้นที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในสัญญานั้นผู้รับเหมาจะต้องรับผิดชอบต่อความเสี่ยงนั้นเอง

- Weather สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันหรือผิดปกติ เป็นการแบ่งปันความเสี่ยงกันระหว่าง เจ้าของ กับผู้รับเหมา ซึ่ง ผู้รับเหมานั้นจะได้ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แต่จะไม่สามารถเรียกร้องค่าเสียหายได้ เจ้าของงานไม่คิดค่า ค่าปรับเนื่องจากงานล่าช้า (Liquidated Damage) ในช่วงนั้น คำว่า สภาพอากาศที่แตกต่าง หรือผิดปกตินั้น นิยามไว้ว่า ให้ดูบันทึกย้อนหลังของค่าเฉลี่ยของสภาพภูมิอากาศภายใน 5-10 ปี

<u>ความเสี่ยงด้านความสามารถในการทำงาน (Capability-Related Risks)</u> คือ ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความสามารถของผู้รับเหมาเองที่จะสามารถทำงานให้ลุล่วงและสำเร็จได้หรือไม่ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับสภาพทางกายภาพที่ได้กล่าวไว้แล้ว และสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- Defective Work ความบกพร่องของการทำงานเป็นความรับผิดชอบของผู้รับเหมาโดยตรง ซึ่งผู้รับเหมาต้องทำการแก้ไข ซ่อมแซม หรือทำใหม่ ด้วยตัวของผู้รับเหมาเอง ทั้งนี้เจ้าของงานสามารถสั่งพักงานชั่วคราวเพื่อให้ผู้รับเหมาแก้ไขงานให้เสร็จสิ้น

- Labor Force แรงงานก่อสร้าง เป็นความรับผิดชอบของผู้รับเหมา รวมถึง ปริมาณคนงานที่จะทำงานให้เสร็จได้ ซึ่งในส่วนนี้เป็นความสามารถในการควบคุมได้ของผู้รับเหมาโดยตรง

- Subcontractor/Supplier Failure ผู้รับเหมาย่อยและผู้จำหน่าย ภายใต้ข้อกำหนดที่ว่าด้วย ผู้รับเหมาเป็นผู้จัดหาผู้รับเหมาย่อย และผู้จำหน่ายวัสดุ (Supplier) นั้น ผู้รับเหมาต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายอันใดก็ตามที่อาจจะเกิดขึ้นจากบุคคลเหล่านี้

จากผลของการจัดแบ่งความเสี่ยงของสัญญามาตรฐานที่ Zack (1996) ได้ทำการศึกษาและนำเสนอโดยได้กล่าวไว้พอสังเขป โดยผลของการจัดแบ่งความเสี่ยงนี้เป็นการจัดแบ่งความเสี่ยงตามความเหมาะสมของสัญญามาตรฐานที่ใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกานอกจากนี้ยังมีผู้ที่ได้จัดทำการจัดแบ่งความเสี่ยงตามความเหมาะสมอีกหลายทฤษฎี ซึ่งจะยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

2.3.2 การจัดแบ่งความเสี่ยงให้กับฝ่ายที่ร่วมกันในโครงการก่อสร้าง โดย Fisk (2000)

ตารางที่ 2.1 ผลการจัดแบ่งความเสี่ยงเบื้องต้นให้กับฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อสร้าง

Type of Risk	Contractor	Owner	Engineer	Comments
Site Access		*		
Subsurface Conditions		*		a
Quantity Variations	*	*		b
Weather	*			c
Acts of God		*		
Financial Failure	*	*	*	
Subcontractor Failure	*			
Accident at Site	*			
Defective Work	*			
Management Incompetence	*	*	*	
Inflation	*	*		d
Economic Disaster		*		
Funding		*		
Materials in Equipment	*			
Labor Problems	*			
Owner-Furnish Equipment		*		
Delays in the work	*	*	*	e
Environmental Controls		*		
Codes and Regulations		*		
Safety at Site	*			
Public Disorder		*		
Union Strife	*			
Errors and Omissions			*	
Conflicts in Document			*	
Defective Design			*	
Shop Drawings			*	

a--สามารถที่จะให้ผู้รับเหมารับผิดชอบได้ อย่างไรก็ตามเจ้าของต้องมีการทำสัญญาการสำรวจ Profile ก่อน และผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงเรื่องของสภาวะที่เกิดขึ้นจริง

b--ผู้รับเหมาสามารถที่จะรับผิดชอบประมาณ 15-25% แต่ถ้าปริมาณงานไม่สามารถที่จะคาดการณ์ได้เนื่องมาจากสภาพของภายนอก เจ้าของงานจะต้องรับผิดชอบ

c--จากสภาวะของอากาศแบบปกติในเวลาและสถานที่นั้นๆ แต่ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่ผิดปกติอันทำให้งานล่าช้า เจ้าของงานต้องรับผิดชอบ

d--ควรจะแบ่งกันรับผิดชอบซึ่งควรจะจำกัดอยู่ที่ 12-18 เดือน

e--โดยปกติเป็นความรับผิดชอบของผู้รับเหมาอย่างไรก็ตามเจ้าของงานก็อาจจะทำให้ก่อให้เกิดปัญหานี้ได้เช่นกัน

Rutgers และ Haley (1996) ศึกษาและรวบรวมความเสี่ยงของโครงการก่อสร้างทั่วไป และได้แบ่งช่วงของงานก่อสร้างออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

- ช่วงการพัฒนา (Development)
- ช่วงการก่อสร้าง (Construction)
- ช่วงการปฏิบัติงาน (Operations)

ได้แบ่งความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในทั้ง 3 ขั้นตอนให้กับฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

Development	Construction	Operations
- Technical Feasibility (a)	- Schedule (a)(b)	-Market change (a)
- Commercial/financial feasibility(a)	- Cost (a)(b)	-Capacity/production shortfall (a)
- Project economics (a)	- Performance (a)(b)	-Fuel supply interruption and-cost escalation (a)(d)
- Permits/authorization (a)	- Design change (a)(b)	-Operating and maintenance cost escalation (a)
Third-party intervention (a)	- Interest rate escalation (a)(b)	-Interest rate escalation (a)
- Political change (a)	- Consequential damages (a)	-Currency depreciation (a)(d)
	- Force majeure (c)	-Statutory change/civil-unrest / strike (a)(c)(d)
	- Currency change (a)(b)	-Act of God (a)(c)(d)
		-Third party liability (a)
		-Plant residual value (a)(d)

(a) ความเสี่ยงของเจ้าของงาน (Developer/ Sponsor Risk)

(b) ความเสี่ยงของผู้รับเหมา (Contractor Risk)

(c) ความเสี่ยงของผู้ให้กู้ยืม (Lender Risk)

(d) ความเสี่ยงของรัฐบาล (Host Government Risk)

Kangari (1995) ศึกษาถึงการจัดแบ่งความเสี่ยงให้กับฝ่ายต่างๆ ที่ร่วมกันในโครงการโดยได้จัดส่งแบบสอบถามจัดส่งไปให้กับบริษัทผู้รับเหมาทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้ผลของการจัดแบ่งให้กับฝ่ายต่างๆ ดังนี้

Risk allocation	Risk description
Contractor	Labor and equipment productivity
	Quality of work
	Labor, equipment and material availability
	Safety
	Detective material
	Contractor competence
	Inflation
	Actual quantities of work
	Labor disputes
Owner	Differing site conditions
	Defective design
	Site access/ right of way permits and ordinances
	Changes in government regulations
	Delay payment on contract
	Change in work
Shared	Financial failure – any party
	Change – order negotiations
	Contract – delay resolution
Undecided	Acts of God
	Third – party delays
	Defensive engineering

Kangari (1995) ได้รวบรวมเอาผลการศึกษาของ Ammiano (1998), Burtch (1979), Bullock (1989), Casey (1979), Erikson (1979), Kniso (1988) สถาบัน ASCE (Construction Risks and Liability 1979) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดแบ่งความเสี่ยงมาเปรียบเทียบดังตาราง 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 Kangari (1995) ได้รวบรวมและเปรียบเทียบผลการศึกษาการจัดแบ่งความเสี่ยงกับฝ่ายต่างๆในโครงการ ของ ASCE กับผู้ทำการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา

Risk description	Allocation of Risk				
	Owner	Owner and Contractor	Shared	Contractor and Owner	Contractor
Differing site condition	2,3,5,7,S	A-A	-	-	-
Acts of God	A	S-S	-	-	-
Defective Material	-	-	-	A-A	2,S
Labor disputes	4	-	-	-	5,7,A,S
Safety	-	-	2	-	1,4,5,6,A,S
Inflation	4	-	7,A	-	S
Contractor competence	-	-	5	-	2,A,S
Change order negotiations	-	A-A	3,5,S	-	-
Third-party delays	2,4,A	S-S	-	-	-
Contract-delay resolution	-	A-A , 7-7	5,S	-	-
Delayed payment on contract	2,7,A,S	5-5,	-	-	-
Indemnification and hold harmless	5,A	-	S	-	-
Financial failure- any party	-	-	4,S	A-A	-
Actual quantities of work	-	A-A	-	-	S
Defensive engineering	-	S-S	5	-	6

Note: A= ASCE , S= Survey by Kangari (1995) , 1= Ammiano (1988) , 2 = Burtch (1979) , 3 = Bullock (1989) , 4 = Casey (1979) , 5 = Erikson (1979) , 6 = Kniso (1988) , 7 = Executive Summary (1979) ; and double symbol = stronger views for one type of risk allocation

ดังรายละเอียดของผลการศึกษาการจัดแบ่งความเสี่ยงให้กับฝ่ายต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันในโครงการ ซึ่งผลที่ได้ส่วนมากให้ความสอดคล้องกัน แต่ก็มีความแตกต่างกันไปบ้างในการศึกษาของแต่ละบุคคล เนื่องจากความเหมาะสมในแต่ละองค์กร หลักการจัดแบ่งความเสี่ยงนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการรับผิดชอบในความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้โครงการดำเนินการก่อสร้างได้

Hartman และ Snelgrove (1996) ได้จัดทำการศึกษาถึง ความเข้าใจในสัญญา ความสามารถในการตีความหมายของสัญญาฉบับนั้นๆ ได้เข้าใจมากน้อยอย่างไร และเข้าใจว่าความเสี่ยงนั้นฝ่ายใดเป็นผู้รับผิดชอบ จากการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ เอกสารการก่อสร้างของประเทศแคนนาดา CCDC2-1982 ซึ่งได้นำสาเหตุของความเสี่ยงมาพิจารณา ซึ่งการสำรวจครั้งนี้ได้ทำการสำรวจในแต่ละโครงการที่ใช้สัญญาฉบับนี้อย่างแพร่หลาย โดยได้แบ่งประเภทของบุคคลที่ทำแบบสอบถามออกเป็นฝ่ายดังนี้

ฝ่ายวิศวกรที่ปรึกษา (Consultants) 42%

ฝ่ายผู้รับเหมา (Contractor) 26%

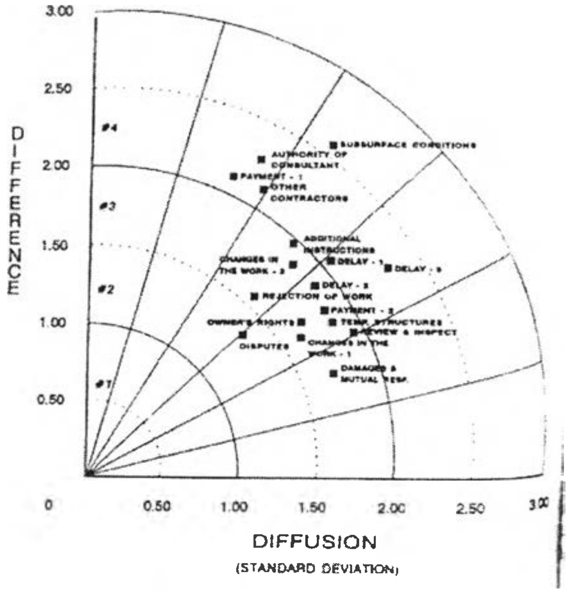
ฝ่ายเจ้าของงาน (Owner) 32%

จากผลการสอบถามด้วยแบบสอบถามนั้น ได้ตัวแปร 2 ค่าที่ใช้วัดความเข้าใจของการจัดแบ่งความเสี่ยงของสัญญามาตรฐานนั้นคือ

1) Risk Allocation : ค่าเฉลี่ยของการจัดแบ่งความเสี่ยงของผู้ตอบแบบสอบถามที่ได้สำรวจมาของแต่ละข้อกำหนดในสัญญาโดยแต่ละฝ่าย

2) Risk Dispersion : ค่าของความคลาดเคลื่อนจากการตีความถึงความเสี่ยงในแต่ละข้อกำหนดโดยแต่ละฝ่าย

และได้มีการนำเอาผลการศึกษามารวมกันทั้งสองค่า ซึ่งสามารถใช้ระบุถึง การจัดแบ่งความเสี่ยงใดที่เป็นความเข้าใจตรงกันระหว่างทั้งสามฝ่าย และค่าความเบี่ยงเบนของในแต่ละฝ่ายในความเข้าใจของความเสี่ยงนั้นๆ ซึ่งค่า Difference นั้นเป็นการหาค่าผลต่างที่มากที่สุดของค่าเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของ เจ้าของงาน ผู้รับเหมา วิศวกรที่ปรึกษา และ Diffusion นั้นเป็นการหาค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสามฝ่ายแสดงให้เห็นได้ว่าความเสี่ยงที่มีค่าของ Difference, Diffusion ต่ำสุด เป็นความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งกันระหว่างแต่ละฝ่าย โดยมีวัตถุประสงค์คือ การบ่งบอกถึงความสามารถในการตีความหมายหรือความเข้าใจ ดังผลการศึกษาที่แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงค่า Difference, Diffusion ของผลการศึกษา Hartman และ Snelgrove (1996)

2.4 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

ความเสี่ยง เป็นค่าที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถนิยามค่าของความเสี่ยงและการหาค่าที่แน่นอนได้ มีการศึกษาถึงความเสี่ยงนี้อย่างมากมายในทุกอุตสาหกรรม รวมถึงงานก่อสร้างซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นมากเนื่องมาจากความซับซ้อนของงาน และความหลากหลายในด้านต่างๆ เช่น ด้านเทคนิค ด้านการตลาด ด้านกฎหมาย ฯ และในการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมานั้น ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันในการประเมินความเสี่ยง ซึ่งสรุปได้ว่าค่าความเสี่ยงนั้นจะเป็นค่าที่ขึ้นตรงกับปัจจัยสองปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยโอกาสความเสี่ยง หมายถึง ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงต่อเหตุการณ์ทั้งหมด
2) ปัจจัยความรุนแรงความเสี่ยง หมายถึง ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความเสี่ยง ในด้านของต้นทุน เวลา และในด้านอื่นๆ

Shen (2001) กำหนดให้ค่าความสำคัญของความเสี่ยงคือ RS (Risk Score) และอธิบายได้โดย ปัจจัยสองปัจจัยดังนี้

$$RS = f(\alpha, \beta) \qquad \text{..........2.1}$$

α คือ ความรุนแรงของความเสี่ยง

β คือ โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง

การประเมินค่าของ ความสำคัญของความเสี่ยง ผู้ประเมินจะต้องทำการประเมินปัจจัยทั้งสองค่าคือ โอกาสความเสี่ยง โดยได้แบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับ คือ โอกาสต่ำ โอกาสปานกลาง และโอกาสสูง และในปัจจัย ความรุนแรงความเสี่ยง เช่นกัน ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ความรุนแรงน้อย ความรุนแรงปานกลาง และรุนแรงมาก

Kangari (1995) ทำการวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการแจกแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการความเสี่ยงของบริษัทก่อสร้าง โดยได้กำหนดให้แบ่งระดับของความเสี่ยงที่พิจารณาออกเป็น 10 ระดับ โดยกำหนดเป็นตัวเลข 1-10 ตามระดับความสำคัญ

ช่วงตั้งแต่ 1-3 กำหนดให้คือ ความเสี่ยงที่ไม่สำคัญ

ช่วงตั้งแต่ 4-7 กำหนดให้คือ ความเสี่ยงที่สำคัญ

ช่วงตั้งแต่ 8-10 กำหนดให้คือ ความเสี่ยงที่สำคัญมาก

การศึกษาในเรื่องของการบริหารจัดการความเสี่ยงในงานก่อสร้างประเภทกิจการร่วมค้าในกลุ่มประเทศต่างๆ ทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกา รวมถึงประเทศไทย ซึ่ง Bing (1999) ได้กำหนดให้การประเมินความเสี่ยงของการวิจัย โดยการนำ Likert Scale มาใช้ในการวิจัย โดยได้แบ่งระดับของการประเมินความเสี่ยงออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 คือ วิกฤตอย่างรุนแรง

4 คือ วิกฤตมาก

3 คือ วิกฤต

2 คือ วิกฤตปานกลาง

1 คือ ไม่วิกฤต

จากการวิจัยได้จัดแบ่งความเสี่ยงออกเป็นกลุ่มและได้ส่งแบบสอบถามออกไปเพื่อให้ผู้ประเมินทำการประเมินความเสี่ยงในแต่ละหัวข้อ และได้จัดลำดับความเสี่ยงโดยพิจารณาจากคะแนนความเสี่ยงที่ได้ ตลอดจนวิเคราะห์ถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ประเมินด้วยเช่นกัน

การวิเคราะห์ถึงค่าความเสี่ยงงานก่อสร้างในประเทศจีน Shen (2001) ได้นำเสนอวิธีการประเมินความเสี่ยงจากปัจจัยทั้งสองนี้ โดยกำหนดตัวแปรสำหรับการประเมินความเสี่ยงของการวิจัยคือผลคูณระหว่างตัวแปรทั้งสองค่าซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

$$S = \alpha \beta \qquad \text{............2.2}$$

กำหนดให้

S คือ คะแนนความสำคัญของการประเมินความเสี่ยง

α คือ โอกาสของความเสี่ยง

β คือ ความรุนแรงของความเสี่ยง

ตามการวิจัยของ Shen (2001) ได้กำหนดค่าให้กับระดับความสำคัญต่างๆ เป็นค่าดังนี้

โอกาสต่ำ และ ความรุนแรงน้อย	มีค่าเป็น 0.1
โอกาสปานกลาง และ ความรุนแรงปานกลาง	มีค่าเป็น 0.5
โอกาสสูง และ ความรุนแรงมาก	มีค่าเป็น 1.0

ซึ่งผลคูณของทั้งสองปัจจัย ใช้เป็นสิ่งที่ใช้บ่งชี้ความเสี่ยงและสามารถนำไปจัดลำดับตามความสำคัญของค่าความสำคัญความเสี่ยงต่อไป

Belvoir (1986) ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงของสาขา SYSTEMS ENGINEERING AND ANALYSIS กล่าวไว้ การจัดการความเสี่ยงเป็นส่วนหนึ่งของระบบทางด้านวิศวกรรม และใช้วิธีการวัดความเสี่ยงโดย การรวมกันระหว่าง โอกาสของความเสี่ยง กับ ความรุนแรงที่เกิดขึ้นของความเสี่ยง ด้วยสมการดังนี้

$$\text{Risk Factor (RF)} = P_f + C_f - (P_f)(C_f) \qquad \text{...........2.3}$$

P_f = โอกาสของความเสี่ยง

C_f = ความรุนแรงที่เกิดขึ้นของความเสี่ยง

สรุปได้ว่า ความเสี่ยงมีค่าเป็นนามธรรม ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการประเมินความเสี่ยง แต่ผลที่สอดคล้องกันในการประเมินความเสี่ยง คือ ปัจจัยที่เป็นส่งผลโดยตรงต่อความเสี่ยงคือ โอกาสความเสี่ยง และ ความรุนแรงความเสี่ยง ดังนั้นหลักการที่นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยง คือการประเมินจากปัจจัยทั้งสองนี้ โดยนำเอาผลการประเมินของปัจจัยทั้งสองนี้มาคำนวณซึ่งสามารถที่จะใช้วิธีการประเมินและรูปแบบที่แตกต่างกันได้ ซึ่งเหมาะกันในแต่ละบุคคลและองค์กร

2.5 การวัดความเสี่ยง (Risk Measurement)

รูปแบบของการวัดความเสี่ยงหลายๆแบบถูกนำมาใช้ ในแต่ละอุตสาหกรรม ซึ่งก็แตกต่างกันออกไป อย่างเช่น Brosen (1985) นำค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation หรือ CV) ของธัญพืชในตลาดการค้ามาใช้ในการวัดค่าความเสี่ยง Brosen, Chavas และ Grant (1987) นำเอาค่าความเบี่ยงเบนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Deviation) มาใช้ในอุตสาหกรรม-ข้าว ผู้วางแผนทางการเงิน (Financial Planner) จะบริหารเงินให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุดในขณะที่เกิดความเสี่ยงน้อยที่สุดซึ่งสิ่งที่นำมาใช้วัดความเสี่ยงคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard-

Deviation) สัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation หรือ CV) และ Beta Coefficient ซึ่งหุ้นที่มีค่าของความเบี่ยงเบนมากกว่าหมายถึงความเสี่ยงที่มากกว่าด้วย

Ranasinghe (1994) พิจารณาปัจจัยด้านของความแปรปรวนของข้อมูลความไม่แน่นอนของวัสดุก่อสร้าง แรงงาน ที่ใช้ในอาคาร ว่าค่าที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีความไม่แน่นอนมากน้อยอย่างไร และวิธีกำหนดค่าของ Contingency ให้เหมาะสมกับข้อมูลดังกล่าว ซึ่งใช้ความแปรปรวนในการวัดความไม่แน่นอนหรือความเสี่ยงในด้านของราคาและทำการแบ่งค่า Contingency ในแต่ละกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม

ทฤษฎี Probabilistic Estimating พิจารณาความแปรปรวน (Variance) ของราคาของแต่ละรายการและขนาดของต้นทุน (Cost) ของแต่ละรายการร่วมกันเพื่อการระบุกิจกรรมหรือรายการที่วิกฤต (Critical operations for estimating and cost control) และกล่าวไว้ว่ากิจกรรมที่วิกฤตก็คือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงมากกว่า

2.6 ค่า Contingency

โดยปกติการประมาณราคาก่อสร้างนั้นมักจะประมาณเป็นค่าที่แน่นอนตายตัว ซึ่งมักเป็นค่าเดียว ซึ่งการประมาณนี้มีพื้นฐานมาจากปริมาณงานก่อสร้างนั่นเอง แต่การประมาณราคาไม่สามารถให้ความถูกต้องได้ทั้งหมด ดังนั้นการประมาณราคาก่อสร้างก็จะมีการเผื่อความไม่แน่นอนของการก่อสร้างไว้ด้วย Contingency ซึ่งมักจะเป็นในรูปของ เปอร์เซ็นต์ที่บวกเพิ่มเข้าไปจากราคาสุดท้ายของการประมาณราคาต้นทุนและค่า Contingency ไม่มีหลักการทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอนในการคำนวณซึ่งผู้รับเหมาใช้ประสบการณ์ของผู้รับเหมา และถ้าผู้รับเหมากำหนดค่า Contingency ไว้สูง โอกาสที่จะประมูลงานไม่ได้มีสูง ถ้ากำหนดค่า Contingency ไว้ต่ำ โอกาสที่ค่านี้ไม่สามารถชดเชยกับความเสี่ยงได้จะมีค่าสูง ซึ่งการตั้งค่าเหล่านี้ผู้รับเหมาเองต้องมีประสบการณ์และข้อมูลในอดีตที่เพียงพอ

โดยที่จุดประสงค์ของการใส่ค่า Contingency คือเป็นค่าที่สามารถครอบคลุมถึงเหตุการณ์ความเสี่ยงต่างๆ และความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง โดยที่ Thompson และ Perry (1992) ได้กล่าวถึงข้อเสีย หรือจุดอ่อนของการใช้ค่า Contingency ดังนี้

- ค่าเปอร์เซ็นต์นั้น มักที่จะไม่มีมาตรฐานในการคิดให้เหมาะกับแต่ละโครงการ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- อาจเกิดการคิดถึงเรื่องความเสี่ยง ซ้อนทับกัน 2 ครั้ง เพราะผู้ประมาณราคานั้นอาจจะคิดค่าเผื่อไว้แล้วกับการประมาณราคาในครั้งแรก
- ค่าของเปอร์เซ็นต์ Contingency นั้นเป็นค่าที่มีอยู่ค่าเดียวของ ราคาที่ประมาณไว้ ซึ่งค่านี้ไม่สามารถเป็นค่าที่ใช้แทนทุกๆส่วนของโครงการได้
- การใช้ค่า Contingency นั้นอาจจะนำมาซึ่งการบริหารงานที่ไม่ดีเท่าที่ควร และเป็นการลดความพยายามที่จะลดต้นทุนลงเช่นกัน

วิธีการคำนวณหาค่า Contingency ว่าควรจะมีค่าเท่าไร มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีดังนี้

1) วิธี Classes of Estimate

Block (1982) ได้นิยามหรือแบ่งระดับการประมาณราคาออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งในแต่ละระดับของการประมาณนั้นโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนนั้นไม่เท่ากัน ดังตารางนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงผลการศึกษาค่า Contingency ของการประมาณราคาในแต่ละขั้นตอน

Class	Estimate	Probable error range	Purpose
V	Order of magnitude	±25-40%	Feasibility analysis
IV	Factor Estimate	±15-25%	Early-stage assessment
III	Budget Estimate	±10-15%	Preliminary budget approval
II	Definitive Estimate	±5-10%	Final budget approval/control budget
I	Final Estimate	±5%	Final cost data analysis

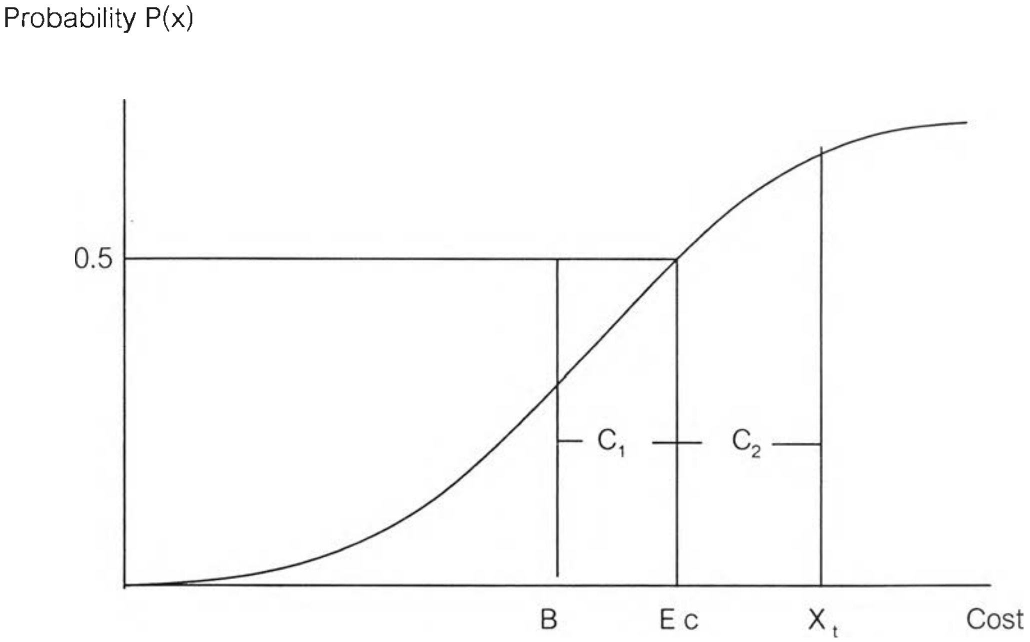
2) วิธี Two-Tiered Contingency-Allocation

Yeo (1990) ได้เสนอวิธีการนี้ขึ้นมา เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะอธิบายถึงค่าของ Contingency โดยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1) Engineering Allowance (C_1) ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม
2) Management Contingency (C_2) ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ

เนื่องจากค่าทั้งสองนี้เป็นค่าที่มีหน้าที่ในการใช้งานแตกต่างกัน โดยค่าของ C_1 คือค่าที่บวกเพิ่มจากการประมาณราคาขั้นพื้นฐาน (Estimator's Base Estimate, B) และค่า C_2 คือค่าที่ใช้ในการบวกเพิ่มจาก Ec เป็นค่า X_t (Not-to-exceed Target Cost)

โดย $B + C_1 = Ec$ และ $Ec + C_2 = X_t$ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.2 กราฟระหว่าง ความน่าจะเป็น และต้นทุน เพื่ออธิบายความหมายของค่า C_1 และ C_2 จากการศึกษาของ Yeo (1990)

การศึกษานี้ ไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยภายนอกที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้าง เช่น ภาวะเงินเฟ้อ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราที่ผันผวน สภาวะทางธรรมชาติที่ส่งความรุนแรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นความเสี่ยงจากภายนอก

ค่า C_1 และ C_2 ที่บวกเพิ่ม เพื่อเพิ่มโอกาสความสำเร็จของต้นทุน ในด้านของงานวิศวกรรมและงานบริหารตามลำดับ โดยการประเมินจากประสบการณ์ของผู้ที่เกี่ยวข้อง

3) วิธี Estimating using Risk Analysis (ERA) โดย Mak และ Picken (2000) ได้แบ่งแยกประเภทของความเสี่ยงออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) Fixed risk คือ เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด หรือ ไม่เกิดขึ้นทั้งหมด ผลที่เกิดขึ้นนั้นทำให้ค่าใช้จ่ายสูงสุดเนื่องจากเหตุการณ์นั้นและถ้าไม่เกิดขึ้นทั้งหมดก็ไม่เกิดค่าใช้จ่าย

2) Variable risk คือ เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น หรือไม่ก็ได้ ค่าใช้จ่ายก็ไม่แน่นอน จึงใช้ประสบการณ์ในการคาดการณ์ หรือบันทึกต่างๆ

มีสมมติฐานดังนี้

มีโอกาส 10% ที่มูลค่าจริงจะเกินไปจากมูลค่าที่เผื่อความเสี่ยงสูงสุด

มีโอกาส 50% ที่มูลค่าจริงจะเกินไปจากมูลค่าที่เผื่อความเสี่ยงเฉลี่ย

ตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Risk Allowance และ การแบ่งประเภทของความเสี่ยง จากการศึกษาของ Mak และ Picken (2000)

	Average risk allowance	Maximum risk allowance
Fixed risk	Probability x maximum cost	Maximum cost
Variable risk	Estimated separately	Estimated separately
Assumption	50% chance of being exceeded	10% chance of being exceed

ทฤษฎีในการกำหนดค่า Contingency อย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อการชดเชยความไม่แน่นอนต่างๆที่เกิดขึ้นในโครงการมีการพัฒนาและศึกษามาอย่างต่อเนื่อง โดย Blok (1982) ได้เสนอการกำหนดค่า Contingency ในระดับต่างๆของการประมาณราคา Yeo (1990) ได้วิเคราะห์ถึงค่า Contingency และได้แบ่งค่านี้ออกเป็นสองส่วนด้วยเหตุผลที่ว่า หน้าที่ของค่าทั้งสองนี้ใช้ชดเชยความไม่แน่นอนที่แตกต่างกัน Mak และ Picken (2000) ก็ได้ศึกษาถึงโครงการก่อสร้างจริงเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการที่ใช้ค่า Contingency ด้วยวิธี ERA กับโครงการที่ไม่ได้ใช้วิธี ERA ซึ่งผลของการคำนวณด้วยวิธี ERA นั้นให้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าและสามารถใช้ครอบคลุมกับความเสี่ยงต่างๆที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

2.7 ทฤษฎีพื้นฐานของการอธิบายรูปแบบการประมาณราคาก่อสร้าง

ขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างของราคาของโครงการก่อสร้างหนึ่งๆ คือการวิเคราะห์ค่าของราคาที่เกิดจากการประมาณ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์โครงสร้างราคาและใช้ในการจัดแบ่ง Contingency การวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมรูปแบบ ที่ใช้ในการอธิบายการประมาณราคาก่อสร้างและได้นำเสนอรูปแบบการประมาณราคาก่อสร้างออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้คือ

2.7.1 การประมาณราคาก่อสร้างด้วยการกระจายแบบ 5th, 50th, 95th เปอร์เซ็นไทล์

การประมาณราคาก่อสร้างของโครงการ ไม่มีความแน่นอน และไม่สามารถบอกเป็นค่าที่ชัดเจนค่าเดียวได้ ดังนั้นจึงมีลักษณะของ การประมาณราคาที่แบ่งค่าที่ชัดเจนออกเป็น 3 ค่า

1) ค่าที่เป็นมาตรฐานของตลาด (Current Market Price) คือค่าที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50
2) ค่าความไม่แน่นอนของราคาที่เป็นในด้านมาก คือค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 หมายความว่า โอกาสที่ราคาจริงจะมากกว่าราคาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เท่ากับ 0.05
3) ค่าความไม่แน่นอนของราคาที่เป็นในด้านน้อย คือค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 หมายความว่า โอกาสที่ราคาจริงจะน้อยกว่าราคาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 เท่ากับ 0.05

ตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ ในการศึกษาครั้งนี้ โดยการศึกษาของ Pearson และ Tukey (1965), Moder และ Rodgers (1968), Perry และ Greig (1975), Davidson และ Cooper (1976), Hull (1978), Keefer และ Bodily (1983) และ Yeo (1990) อ้างถึงใน Ranasinghe (1994) ได้เสนอรูปแบบของการกระจายที่มีความคล้ายคลึงกับทฤษฎีของ PERT แต่แตกต่างกันที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 0-100 เป็น 5-95 และ จากการทดสอบและศึกษาเพิ่มเติมของ Pearson และ Tukey (1965) ได้ผลของตัวแปรที่มีความถูกต้องสูง โดยมีข้อผิดพลาดไม่เกิน 5% ดังสมการนี้

- ค่าคาดหวัง (Expected Value)

$$E[X] = [50\%] + 0.185\,\Delta \qquad \text{..................2.4}$$

เมื่อ

$$\Delta = [95\%] + [5\%] - 2[50\%]$$

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$\sigma = \frac{[95\%] - [5\%]}{\max\left\{ 3.29 - 0.1\left(\frac{\Delta}{\sigma^*}\right)^2 ,\ 3.08 \right\}} \qquad \text{..................2.5}$$

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

Moder และ Rodgers (1968) เสนอการประมาณค่าที่แบ่งออกเป็น 0-100 เปอร์เซ็นไทล์ของ PERT นั้นควรเปลี่ยนเป็น 5-95 เปอร์เซ็นไทล์เนื่องจากสามารถแสดงค่าได้ดีกว่า และควรจะเพิ่มช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นดังนี้

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $= (H - L) / 3.20$ 2.6

โดยที่

H = ค่าความไม่แน่นอนของราคาที่เป็นในด้านมาก คือค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 หมายความว่า โอกาสที่ราคาจะมากกว่าราคาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เท่ากับ 0.05

L = ค่าความไม่แน่นอนของราคาที่เป็นในด้านน้อย คือค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 หมายความว่า โอกาสที่ราคาจะน้อยกว่าราคาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 เท่ากับ 0.05

Perry และ Greig (1975) ทำการทดลองถึงการประมาณค่าคาดหวัง ซึ่งให้ความถูกต้องสูงและสามารถใช้สำหรับทุกๆการกระจายดังนี้

ค่าคาดหวัง (Expected Value) $= (p_5 + 0.95\, m + p_{95}) / 2.95$ 2.7

โดยที่

p_5 = เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5

m = ค่ากลาง (Modal Value)

p_{95} = เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

โดยมีสมมติฐานว่า การประมาณราคาของในแต่ละส่วนนั้นถือเป็นอิสระต่อกัน

ดังนั้น ค่าคาดหวัง รวม (Expected Value) คือผลรวมของค่าคาดหวังของแต่ละรายการ

ความแปรปรวน (Variance) คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง

ความแปรปรวนรวม (Total Variance) คือผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละรายการ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (Standard deviation) คือรากที่สองของความแปรปรวนรวม

จากผลการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้ทำการศึกษาในแต่ละบุคคลกำหนดให้ค่าตัวแปรต่างๆแตกต่างกัน ซึ่งให้ค่าที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน ตารางที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงการหาค่า Parameter ต่างๆของแต่ละผลการศึกษา ค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละผลการศึกษาให้ค่าที่แตกต่างกันน้อย

2.7.2 PERT (Program Evaluation Review Technique)

รูปแบบที่ถูกนำมาใช้ในการอธิบายการกระจายของข้อมูลการประมาณระยะเวลาโครงการ โดยใช้ การกระจายแบบเบต้า (Beta distribution) ซึ่งเป็นที่นิยมและใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นรูปแบบการกระจายที่พิสูจน์แล้วว่า มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการอธิบายระยะเวลาของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโครงการและสามารถคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของโอกาสความสำเร็จในระยะเวลาต่างๆ เช่นกัน ซึ่งในรายละเอียดนั้นอยู่นอกขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้ และการกระจายนี้ก็ยังมีคุณสมบัติกับการอธิบาย ต้นทุนในแต่ละกิจกรรมเช่นกัน โดยที่ค่าของ

ค่าคาดหวัง (Expected Value) = (max value + 4 modal value + min value) / 6 .... 2.8

ค่าความแปรปรวน (Variance) = [(maximum value – minimum value) / 6] ^{2} 2.9

ซึ่งค่าคาดหวังและความแปรปรวนนี้นำไปหาค่ามาตรฐานได้จากทฤษฎีพื้นฐานทางด้านสถิติและความน่าจะเป็น ดังนี้

Z = (L – the expected total cost) / (Variance of the total cost) $^{0.5}$ 2.10

ถ้ามีการประมาณราคาของกิจกรรมในส่วนต่างๆมากพอ (มากกว่า 30 ตัวอย่าง) ตามทฤษฎีของ Central Limit Theorem จะสามารถกำหนดให้รูปแบบการกระจายของผลรวมการกระจายของตัวอย่างเป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) และสามารถใช้คุณสมบัติของค่ามาตรฐานไปเปิดตารางของพื้นที่ใต้โค้งปกติ จะทำให้ทราบค่าของความน่าจะเป็นภายใต้ค่ามาตรฐานดังกล่าว และจะสามารถหาค่าความน่าจะเป็นของราคา ณ จุดต่างๆ ได้

หากสมมติให้แต่ละกิจกรรมเป็นอิสระต่อกัน ค่าคาดหวังรวมและความแปรปรวนรวมมีค่าเท่ากับผลรวมของค่าคาดหวังในแต่ละกิจกรรมและความแปรปรวนในแต่ละกิจกรรม ตามลำดับ

ค่า 5%, 50%, 95% ของรายการดังตารางที่ 2.5 ตามการกระจายแบบ Pearson และการวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองนำราคาทั้งสามของแต่ละรายการการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าคาดหวังของ Moder และ Rodgers (1968), Perry และ Greig (1975) ตามลำดับ ผลปรากฏว่าค่าที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันน้อย

ตารางที่ 2.5 ยกตัวอย่างเพื่อแสดงการประมาณราคาของรายการต่างๆที่เกิดขึ้นในโครงการการหาค่า ตัวแปรทางสถิติ (Parameter) ของผู้ที่ทำการศึกษา

รายการ	[5%]	[50%]	[95%]	E(x)			S.D.		
				Pearson	Moder	Perry	Pearson	Moder	Perry
ถมดินและบดอัด (บาท/ลบ.ม.)	280	300	320	300.000	300.000	300.000	12.158	12.500	12.308
ราคาเข็ม (บาท/ต้น)	1160	1200	1230	1198.150	1198.333	1196.610	21.417	21.875	21.538
ปั้นจั่นตอกเสาเข็ม (บาท/ต้น)	285	300	320	300.925	300.833	301.695	10.708	10.938	10.769
ราคาคอนกรีต (บาท/ลบ.ม.)	1990	2,000	2020	2001.850	2001.667	2003.390	9.456	9.375	9.231
ราคาเหล็ก (บาท/ลบ.ม.)	1570	1,600	1640	1601.850	1601.667	1603.390	21.417	21.875	21.538
ค่าแรงงานคอนกรีต (บาท/ลบ.ม.)	290	300	310	300.000	300.000	300.000	6.079	6.250	6.154
ค่าแรงงานเหล็ก(บาท/ลบ.ม.)	230	240	250	240.000	240.000	240.000	6.079	6.250	6.154
แบบคอนกรีต (บาท/ตร.ม.)	90	100	115	100.925	100.833	101.695	7.698	7.813	7.692
ท่อน้ำดี (บาท/ม.)	45	50	58	50.555	50.500	51.017	4.020	4.063	4.000
ท่อน้ำทิ้ง (บาท/ม.)	190	200	215	200.925	200.833	201.695	7.698	7.813	7.692
ท่อโสโครก (บาท/ม.)	285	300	320	300.925	300.833	301.695	10.708	10.938	10.769

หมายเหตุ ค่าที่ประมาณในแต่ละรายการเป็นค่าที่สมมติขึ้นเพื่อใช้แสดงผลการประมาณค่าคาดหวังและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ทำการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา

$$E(C_T) = E(C_1) + E(C_2) + \ldots + E(C_n) \quad \ldots\ldots\ldots 2.11$$

$$Var(C_T) = var(C_1) + var(C_1) + \ldots + var(C_n) \quad \ldots\ldots\ldots 2.12$$

เมื่อ $E(C_i)$ = ค่าคาดหวังของการกระจายต้นทุน

$Var(C_i)$ = ค่าความแปรปรวนของการกระจายต้นทุน

$E(C_T)$ = ผลรวมของค่าคาดหวังของทุกรายการ n

$Var(C_T)$ = ผลรวมของความแปรปรวนของทุกรายการ n

สรุปได้ว่า จากหลักการของการอธิบายการประมาณราคาก่อสร้าง ของทั้งสองทฤษฎี ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในระยะเวลาที่ผ่านมา โดย PERT นั้นเป็นทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายระยะเวลาของกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ ซึ่งการกระจายนี้ก็มีคุณสมบัติในการอธิบาย การประมาณราคาเช่นเดียวกัน และการกระจายแบบ 5^{th}, 50^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นไทล์นั้นเป็นรูปแบบของการกระจายที่ใช้อธิบาย การประมาณราคาโดยตรงและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้

ความแตกต่างระหว่างรูปแบบของการกระจายทั้งสองชนิดนี้คือ การประมาณค่าต่ำสุดและสูงสุดของ PERT นั้นเป็นการประมาณค่าที่ต่ำที่สุดและสูงที่ที่จะเกิดขึ้นและไม่มีโอกาสที่จะค่าที่ต่ำกว่าและสูงกว่าค่านี้อีก ซึ่งการประมาณค่าที่สูงสุดและต่ำสุดนั้นประมาณได้ยากกว่า Pearson และ Tukey (1965) จึงได้เสนอให้ประมาณที่ 5^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นไทล์ เป็นการประมาณค่าที่มีโอกาสที่จะต่ำกว่าและสูงกว่าค่าที่ 5^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นต์ไทล์อยู่ 5% จะเป็นการประมาณที่ทำได้ง่ายกว่าของ PERT และการวิจัยครั้งนี้ก็ได้นำรูปแบบของ Pearson's distribution มาใช้ในการประมาณราคาและเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์โครงสร้างราคางานก่อสร้างและได้แสดงในรายละเอียดของความเหมาะสมไว้ในหัวข้อถัดไป

2.8 ความเหมาะสมของการใช้การกระจายแบบ Pearson's Distribution ในการประมาณค่าทางสถิติของราคาก่อสร้าง

จากผลการศึกษาของการประมาณค่าตัวแปรทางสถิติ (ค่าคาดหวัง, ความแปรปรวน) ของ PERT, Moder และ Rodgers (1968), Perry และ Greig (1975), Davidson และ Cooper (1976) อ้างถึงใน Keefer และ Bodily (1983) ซึ่งในแต่ละบุคคลได้นำเสนอการประมาณค่าตัวแปรแตกต่างกัน และ Keefer และ Bodily (1983) ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของแต่ละบุคคล

เพื่อเปรียบเทียบถึงการหาค่าตัวแปรทางสถิติของ การกระจายแบบต่อเนื่อง (Continuous Distribution) กับการประมาณค่าทั้งสาม (Three-Point Approximations)

โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยของ Keefer และ Bodily (1983) มีดังนี้

1) เพื่อระบุความแตกต่างของความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าทางสถิติที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2) เพื่อแนะนำการใช้วิธีการประมาณค่าแบบสามจุด (Three-Point Approximations) ที่เริ่มต้นจากการศึกษาของ Pearson และ Tukey (1965)

2.8.1 การประมาณค่าตัวแปรทางสถิติ

<u>ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย</u>

<u>วิธี PERT</u>

ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย = ([0%] + 4[50%] + [100%]) / 6 ....2.8a

เมื่อค่า [50%] คือ ค่าฐานนิยม หรือ Most likely

[0%] คือ ค่าต่ำสุด หรือ Optimistic

[100%] คือ ค่าสูงสุด หรือ Pessimistic

<u>วิธี Moder และ Rodger (1968)</u>

ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย = ([5%] + 4[50%] + [95%]) / 6 ....2.8b

<u>วิธี Perry และ Greig (1975)</u>

ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย = ([5%] + 0.95[50%] + [95%]) / 2.95 ....2.8c

<u>วิธี Davidson และ Cooper (1976)</u>

ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย = ([10%] + 2[50%] + [90%]) / 4 ....2.8d

<u>วิธี Pearson และ Tukey (1965) หรือสมการที่ 2.4</u>

ค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ย = (0.63[50%] + 0.185 ([50%] + [90%])) 2.8e

ความแปรปรวน

วิธี PERT

ความแปรปรวน = $(([100\%] - [0\%]) / 6)^2$ 2.8f

วิธี Moder และ Rodger (1968)

ความแปรปรวน = $(([95\%] - [5\%]) / 3.20)^2$ 2.8g

วิธี Perry และ Greig (1975)

ความแปรปรวน = $(([95\%] - [5\%]) / 3.25)^2$ 2.8h

วิธี Davidson และ Cooper (1976)

ความแปรปรวน = $(([90\%] - [10\%]) / 2.65)^2$ 2.8i

วิธี Pearson และ Tukey (1965) **หรือสมการที่** 2.5

ความแปรปรวน = $([95\%] - [5\%]) / \{(3.29 - 0.1 (\Delta / \sigma^*)^2 \, ^2\}$ 2.8j

เมื่อ $\sigma^* = ([95\%] - [5\%] / 3.25)$ และ $\Delta = ([5\%] + [95\%] - 2[50\%])$

2.8.2 วิธีการเปรียบเทียบผลของความถูกต้องของการประมาณค่า

วิธีการเปรียบเทียบ สมการที่ใช้ในการประมาณค่าทั้งหมด มีพื้นฐานจากการกระจายแบบเบต้า(Beta Distribution) และมีสมการเป็นดังนี้

$$f_x(x) = x^{p-1} (1-x)^{q-1} / B(p, q) \qquad 0 \le x \le 1 , \; p>0 , q>0$$

ค่าเฉลี่ย = p / n และ ความแปรปรวน = $pq / [n^2 (n+1)]$, เมื่อ $n = p+q$

ผลการประเมิน จากตารางที่ 2.6 สมการของ PERT, Perry-Greig, Pearson-Tukey, Davidson-Cooper, Moder-Rodgers เปรียบเทียบกันระหว่างค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ผลปรากฏดังนี้

- ค่าเฉลี่ย Pearson และ Tukey ให้ความถูกต้องมากสุด ที่มีความผิดพลาด (Error) น้อยกว่า 1% คือเท่ากับ 0.02%

- ความแปรปรวน Pearson และ Tukey ให้ความถูกต้องมากสุด ที่มีความผิดพลาด (Error) น้อยกว่า 1% คือเท่ากับ 0.38%

2.9 การจัดแบ่ง Contingency

วัตถุประสงค์ของค่า Contingency มีไว้เพื่อชดเชยกับความเสี่ยงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโครงการ ซึ่งถ้าสามารถใช้ค่านี้เพื่อชดเชยกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการอย่างเพียงพอจะเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้ แต่ในโครงการก่อสร้างหนึ่งๆประกอบด้วยหลายส่วนหลายกิจกรรมด้วยกัน และในแต่ละส่วนแต่ละกิจกรรมมีความเสี่ยงแตกต่างกันไปเช่นกัน ดังนั้นการจัดแบ่งค่า Contingency ให้กับแต่ละส่วนได้อย่างเหมาะสมจะสามารถบริหารค่าของ Contingency ได้เพียงพอต่อการชดเชยความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในทุกๆ ส่วนของโครงการ

Ranasinghe (1994) ศึกษาความไม่แน่นอนของวัสดุก่อสร้าง แรงงาน ที่ใช้ในอาคาร ว่าค่าที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีความไม่แน่นอนมากน้อยอย่างไรและวิธีการกำหนดค่าของ Contingency ให้เหมาะสมกับข้อมูลและควรมีค่าเท่าใด จึงจะสามารถครอบคลุมกับความไม่แน่นอนเหล่านั้นได้อย่างเหมาะสมโดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 เป็นขอบล่าง และขอบบนของรายการวัสดุก่อสร้างและคำนวณค่า ตัวแปรทางสถิติ (Parameter) ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการจัดแบ่งค่า Contingency โดยอาศัยหลักของ Yeo (1990) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ในการคำนวณหาค่าของ Contingency ของแต่ละรายการจะสามารถหาได้โดย เมื่อทราบค่า Contingency รวมและหาค่าของ ความแปรปรวน (Variance) ในแต่ละรายการได้ จากนั้นหาค่าสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{สัดส่วนการจัดแบ่ง } C_1 = \frac{\sigma c_i^2}{\sum_{j=1}^{n} \sigma c_j^2} \qquad \text{................2.13}$$

โดยที่ C_1 คือ ค่า Contingency

σc_i^2 คือ ค่า ความแปรปรวนของรายการ i

ตารางที่ 2.6 แสดงผลความคลาดเคลื่อนของทฤษฎีที่ใช้ในการประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเทียบกับการกระจายแบบเบต้า (Beta Distribution)

สมการ	การประมาณค่าเฉลี่ย				การประมาณความแปรปรวน			
	ค่ามากสุด (maximum)		ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์		ค่ามากสุด (maximum)		ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	
	Error	%Error	Error	%Error	Error	%Error	Error	%Error
PERT (2.8a)	0.14552	451	0.05224	41.7				
Moder-Rodgers (2.8b)	-0.04494	-23.6	0.01148	6.09				
Perry-Greig (2.8c)	-0.00486	2.05	0.00065	0.37				
Davidson-Cooper (2.8d)	-0.03499	-19.1	0.00915	4.88				
Pearson-Tukey (2.8e)	0.00015	0.07	0.00004	0.02				
PERT (2.8f)					0.02728	5506	0.01768	549
Moder-Rodgers (2.8g)					0.00201	6.3	0.00055	4.5
Perry-Greig (2.8h)					0.00085	-7.5	0.00023	2.2
Davidson-Cooper (2.8i)					0.00271	-17.7	0.00042	5.6
Pearson-Tukey (2.8j)					-0.00086	-1.7	0.00006	0.38

เมื่อทราบสัดส่วนการจัดแบ่งค่า C_1 และหาค่า Contingency ในแต่ละรายการโดยการนำค่า Contingency คูณเข้ากับสัดส่วนของการจัดแบ่ง ค่าที่ได้คือ Contingency ในแต่ละรายการ หลักการจัดแบ่งค่า Contingency นั้นพิจารณาปัจจัยด้านของความแปรปรวนของข้อมูลดังกล่าวเป็นสำคัญโดยพิจารณาได้จากสมการ 2.13 ทำให้ทราบได้ว่า รายการที่มีความแปรปรวนที่มากกว่า จะจัดแบ่งค่า Contingency ที่มากกว่ารายการที่มีความแปรปรวนน้อยกว่า โดยพิจารณาเป็นสัดส่วนเมื่อเทียบกับผลรวมของทั้งโครงการ

2.10 สรุป

การจัดการความเสี่ยงงานก่อสร้าง (Risk Management) คือกระบวนการที่สำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จของโครงการ โดยขั้นตอนที่สำคัญของการจัดการความเสี่ยงคือ การชี้-ชัดความเสี่ยง (Risk Identification) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) และการตอบสนองกับความเสี่ยง (Risk Response)

การชี้ชัดความเสี่ยง คือการจัดแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทหรือสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงนั้นซึ่งมีวิธีการจัดแบ่งอย่างมากมายแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการศึกษาแต่ละครั้ง การประเมินความเสี่ยงคือการนิยามค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้วัดความเสี่ยง ซึ่งผลที่สอดคล้องกันทุกๆการศึกษานั้นคือการนำปัจจัยของ โอกาสความเสี่ยง กับ ความรุนแรงความเสี่ยง มาเป็นหลักในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธีของการประเมินจากผู้ประเมิน ซึ่งวิธีที่นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยง แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมและสมมติฐานของแต่ละการศึกษา การตอบสนองกับความเสี่ยงมีหลายวิธี และวิธีที่ใช้กันอย่างหลากหลายคือการใช้ค่า Contingency ในการชดเชยกับความเสี่ยง

การวิเคราะห์โครงสร้างราคาก่อสร้างของโครงการหนึ่งๆเพื่อหาค่าของ ต้นทุน กำไร และ Contingency ตลอดจนค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวนที่เกิดขึ้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ทฤษฎี คือ 1) การประมาณราคาก่อสร้างด้วยการกระจายแบบ 5^{th}, 50^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นไทล์ 2) PERT (Program Evaluation Review Technique) โดยที่ความแตกต่างทั้งสองวิธีนี้อยู่ที่การประมาณราคาขอบบนและขอบล่าง การหาค่าของตัวแปรทางสถิติ (Parameter) โดยการประมาณราคาที่ 5^{th}, 50^{th}, 95^{th} เปอร์เซ็นไทล์นั้นเป็นการประมาณที่ทำได้ง่ายกว่าของ PERT ซึ่งเป็นการประมาณค่าที่สูงสุดและต่ำสุด

จากการประมาณค่าตัวแปรทางสถิติ (ค่าคาดหวัง, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) มีผู้ที่ทำการศึกษาในระยะเวลาที่ผ่านมา ซึ่งให้ผลที่ใกล้เคียงกัน และจากการทดสอบของ Keefer และ Bodily (1983) เทียบกับการกระจายแบบเบต้า (Beta Distribution) ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อน ปรากฏว่ารูปแบบการกระจายของ Pearson ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

การใช้งานค่า Contingency และการจัดแบ่งให้กับแต่ละกิจกรรม Ranasinghe (1994) ได้วิเคราะห์ค่า Contingency ที่ถูกแบ่งโดย Yeo (1990) และจัดแบ่งให้กับแต่ละรายการที่มีความไม่แน่นอนแตกต่างกัน เพื่อที่จะนำค่า Contingency ชดเชยกับความไม่แน่นอนของแต่ละรายการโดยพิจารณาจากความแปรปรวน ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้ในการระบุความเสี่ยงโดยรายการที่มีความแปรปรวนมากกว่าก็จะได้ค่า Contingency ที่มากกว่า ซึ่งผลจากการจัดแบ่งนี้จะนำไปสู่การบริหารค่า Contingency เพื่อการใช้ค่านี้อย่างชดเชยกับทุกๆส่วนของโครงการอย่างเพียงพอและตลอดระยะเวลาโครงการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารโครงการก่อสร้างให้ประสบความสำเร็จ