การวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงด้านต้นทุนและระยะเวลาการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง

กีรเกียรติ คำเหลา

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการงานก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ วงษ์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยให้คำปรึกษา ตลอดจน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีชัย สำราญวานิช และ ดร. นพคุณ บุญกระพือ ที่ได้ชี้แนะและชี้นำแนวทางปฏิบัติ ซึ่งทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี และได้ให้ความกรุณามาเป็นกรรมการการสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาวิจัย และขอขอบพระคุณคณะครูและอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้ความรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมสาขาวิศวกรรมโยธา

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สร้างแรงบันดลใจ และขอบใจภรรยา ลูก ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและกระตุ้นเตือนตลอดมาจนทำให้ผู้วิจัยสามารถสำเร็จการศึกษา

กีรเกียรติ คำเหลา

55920915: สาขาวิชา: เทคโนโลยีวิศวกรรม; วศ.ม. (เทคโนโลยีวิศวกรรม)
คำสำคัญ: การวิเคราะห์/ การประเมินความเสี่ยง/ ต้นทุน/ ระยะเวลาโครงการ

กีรเกียรติ คำเหลา: การวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยง การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการก่อสร้างแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง (COST & SCHEDULE RISK ANALYSIS & EVALUATION FOR OIL & GAS WELLHEAD PLATFORM PROJECT) อาจารย์ที่ปรึกษา: อานนท์ วงษ์แก้ว, Ph.D., 175 หน้า. ปี พ.ศ.2558.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในด้านต้นทุนและระยะเวลาทั้งหมดในการดำเนินการโครงการ ฯ โดยแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จากแบบจำลองจะถูกนำมาทำการประเมินผลเพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนการตัดสินใจในขั้นตอนการประกวดราคาโครงการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง นอกจากนี้แล้วแบบจำลองยังสามารถนำไปใช้ในการการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในระหว่างการดำเนินโครงการและสิ้นสุดโครงการ

แบบจำลอง (Risk model) ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมายังมีความยืดหยุ่นในการที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในด้านต้นทุนและระยะเวลาทั้งหมดในการดำเนินโครงการในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทุกประเภท ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองจะบ่งชี้ถึงปัจจัยความเสี่ยง ความเสี่ยงและความน่าจะเป็นของโครงการในด้านต่าง ๆ เช่น การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการก่อสร้าง ผู้ประกอบการสามารถที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการประเมินผลเพื่อที่จะนำไปบริหาร การจัดการความเสี่ยงในการดำเนินการโครงการ

55920915: MAJOR: MASTER OF ENGINEERING; M. Eng.
(ENGINEERING TECHNOLOGY)
CONSTRUCTION MANAGEMENT TECHNOLOGY
KEYWORDS: ANALYSIS/ RISK EVALUATION/ COST/ SCHEDULING

KEERAKIAT CAMLAO: COST & SCHEDUEL RISK ANALYSIS & EVALUATION FOR OIL & GAS WELLHEAD PLATFORM PROJECT. ADVISOR: ARNON WONGKEAW, Ph.D., 175 P. 2015.

This research aims to analyze and evaluate project cost and schedule using risk modeling. Data obtained from the model was evaluated and used to support project bidding, process design, procurement and construction of the offshore oil and gas platform. In addition, the model can also be used in the risk analysis and evaluation during project implementation and completion of the project.

The developed model has the flexibility to be applied in risk analysis and evaluation of project cost and schedule for all construction types. Data obtained from the model indicate risk factors, risk level and probability of the project in every stage of the project such as design, procurement and construction. Constructors can use the data to evaluate and manage risks during the project.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ฌ
บทที่
1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
ขอบเขตของการวิจัย..... 4
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง..... 5
การประกวดราคางานออกแบบและก่อสร้างโครงการ..... 5
การวางแผนและการควบคุมโครงการก่อสร้าง..... 22
ปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยง..... 39
การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน..... 48
3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 68
การทบทวนและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 69
การเตรียมการดำเนินงานวิจัย..... 73
การวิเคราะห์การประเมินผลและสรุปการวิจัย..... 76
4 ผลการวิจัย..... 77
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 77
เทคนิคและวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 77
ผลการวิเคราะห์และการประเมิน 81
5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 119
สรุปผลงานวิจัย..... 119

สารบัญ (ต่อ)

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย..... 120
บรรณานุกรม..... 121
ภาคผนวก..... 123
ภาคผนวก ก 124
ภาคผนวก ข 133
ภาคผนวก ค 168
ประวัติย่อผู้วิจัย..... 175

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2-1 กิจกรรมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำมันดิบแห่งหนึ่งในทะเลอ่าวไทย……..…….. 29

2-2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดงาน……..…….....…….. 31

2-3 การคำนวณหา 0 Float หรือกิจกรรมวิกฤติ……..……..…..…… 32

2-4 ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรม.....…….……..…. ….. 34

2-5 ค่า T_e และ ค่า σ^2 ของกิจกรรม……..……..…… 35

2-6 เส้นทางวิกฤติ……...……...…..…… 36

2-7 ค่า Z……..……..……..……...…… 38

2-8 การพยากรณ์กระแสเงินสดของบริษัท Solar Electronics ……..……..... 55

2-9 การประมาณค่าตัวแปรภายใต้ 3 เหตุการณ์ของบริษัท Solar Electronics…..... 57

2-10 ผลการคำนวณค่า NPV ณ ปีที่ 1 โดยใช้การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติ..... 57

2-11 การทำนายกระแสเงินสดภายใต้สถานการณ์เครื่องบินตก…….....…..... 58

2-12 ความแข็งแกร่งทางการเงินของบริษัทสายการบิน…….....…..... 59

2-13 ค่า NPV และค่า IRR ….....…..…..... 60

2-14 การประเมินค่าความน่าจะเป็นของจำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้ในแต่ละปี...…..... 62

4-1 ตัวอย่างค่าอันดับของระยะเวลา……..... 79

4-2 คะแนนความเสี่ยง……..... 96

4-3 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ในเชิงพรรณนา……..... 97

4-4 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ในเชิงปริมาณ……..... 98

4-5 ระดับผลกระทบในเชิงพรรณนา……..... 99

4-6 ระดับผลกระทบในเชิงปริมาณ……..... 100

4-7 ค่า CSI Phase 1 และ CSI Phase 2..... 104

4-8 ค่า DSI Phase 1 และ DSI Phase 2..... 107

4-9 ค่า SSI Phase 1 และ SSI Phase 2..... 109

4-10 ค่า CI Phase 1 และ CI Phase 2..... 111

4-11 ค่า DCI Phase 1 และ DCI Phase 2..... 113

4-12 ต้นทุน Phase 1 และ ต้นทุน Phase 2..... 115

4-13 วันที่แล้วเสร็จ Phase 1 และ วันที่แล้วเสร็จ Phase 2..... 117

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1-1 แนวคิดในการออกแบบแท่นหลุมผลิตก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง……..……..…..…. 2

1-2 การพัฒนาแท่นหลุมผลิตก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง.....……..……..…..…. 3

2-1 แผนภูมิขั้นตอนการประกวดราคา.....……..……..…..…. 19

2-2 กระบวนการวางแผนและการบริหารโครงการ……..….....…… 23

2-3 วงจรของเดมมิ่ง…….....……..…..……. 24

2-4 แผนภูมิแกนต์.....……..……..…..……. 24

2-5 การสร้างโครงข่ายแบบ Activity-on-arrow หรือ AOA….....……..…..…..... 30

2-6 ระยะเวลาของ PERT ……..……..…….... 34

2-7 เส้นทางวิกฤติ…..... 37

2-8 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์แบบ Discrete & Continuous..... 49

2-9 ความเสี่ยงของแต่ละโครงการ..... 50

2-10 ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์..... 51

2-11 การแจกแจงค่าความน่าจะเป็นของผลประโยชน์..... 64

3-1 ขั้นตอนและกระบวนการทำวิจัย..... 68

3-2 Pertmaster Risk Methodology…..... 74

4-1 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรม (Phase 1)..... 82

4-2 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรม (Phase 1)….....…..... 83

4-3 แผนภูมิดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรม (Phase 1)….....…..... 84

4-4 แผนภูมิดัชนีวิกฤติของกิจกรรม (Phase 1)..... 85

4-5 แผนภูมิดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรม (Phase 1)..... 86

4-6 แผนภูมิความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุนของโครงการ (Phase 1)..... 88

4-7 แผนภูมิความน่าจะเป็นของวันที่เสร็จสิ้นโครงการ (Phase 1)..... 89

4-8 แผนภาพกระจาย (Phase 1)..... 90

4-9 ระดับความน่าจะเป็นและระดับผลกระทบ..... 92

4-10 คะแนนความเสี่ยง..... 92

4-11 เมตริกความเสี่ยง..... 93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4-12 เมตริกแจกแจงความเสี่ยง..... 94
4-13 แผนภูมิความน่าจะเป็นและระดับความเสี่ยงของกิจกรรม..... 95
4-14 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของความเสี่ยง..... 102
4-15 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง (Phase 2)..... 103
4-16 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของความเสี่ยง (Phase 2)..... 105
4-17 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง (Phase 2)..... 106
4-18 แผนภูมิดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง (Phase 2)..... 108
4-19 แผนภูมิดัชนีวิกฤติของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง (Phase 2)…..... 110
4-20 แผนภูมิดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง (Phase 2)..... 112
4-21 แผนภูมิความน่าจะเป็นของต้นทุนโครงการ (Phase 2)..... 114
4-22 แผนภูมิความน่าจะเป็นของวันที่เสร็จสิ้นโครงการ (Phase 2)..... 116
4-23 แผนภาพกระจาย (Phase 2)..... 118

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเสนอประกวดราคางานในโครงการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง มีบริษัทผู้ประกอบการทั้งในประเทศและต่างประเทศได้เข้าร่วมในการยื่นประกวดราคา ซึ่งต่างก็ได้มีการพัฒนาศักยภาพให้มีขีดความสามารถในการแข่งขันกันในทางธุรกิจที่สูงมาก เนื่องจากว่าการประกวดราคางานโครงการ ฯ ในแต่ละครั้งจะมีบริษัทผู้ประกอบการเข้าร่วมในการแข่งขันการประกวดราคาเป็นจำนวนมาก ทั้งบริษัทผู้ประกอบการ (Contractors) ในประเทศ (Local) และในต่างประเทศ (Oversea) จะมีบริษัท ฯ เพียงหนึ่งรายหรือมากกว่า ที่สามารถผ่านการคัดเลือกตามเงื่อนไข และข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการจะเป็นผู้ที่ได้รับงานโครงการนั้น ๆ ไปดำเนินการ ในการเรียกประกวดราคาในแต่ละครั้ง เจ้าของโครงการหรือผู้ว่าจ้าง (Owner) จะมีข้อกำหนดที่ใช้ในการพิจารณาคุณสมบัติของบริษัทผู้ประกอบการ (Contractors) ดังนี้

1. ประวัติการทำงานในโครงการที่ผ่านมา ตลอดจนงานโครงการที่มีอยู่ในปัจจุบันและในอนาคต เนื่องจากว่าบริษัทเจ้าของโครงการต้องการมีความเชื่อมั่นว่าบริษัทผู้ประกอบการเหล่านั้นมีประสบการณ์ ความรู้ ความชำนาญในโครงการนั้น ๆ มาแล้วมากน้อยกี่ปี
2. ศักยภาพของบริษัทผู้ประกอบการในด้านต่าง ๆ เช่น มีศักยภาพในการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง ตลอดจนศักยภาพในการประกอบและติดตั้งชิ้นงานต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้
3. สถานที่ (Yard) พื้นที่ในการประกอบชิ้นงาน (Fabrication Shop) กำลังคน เครื่องมือเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานว่ามีความเหมาะสมและมีความพร้อมมากน้อยเพียงใด
4. ประวัติการหมุนเวียนเงินทุนของบริษัทผู้ประกอบการ (Cash Flow) เพื่อให้บริษัทเจ้าของโครงการมีความมั่นใจได้ว่า บริษัทผู้ประกอบการมีกระแสเงินทุนหมุนเวียนที่ดีตลอดในระหว่างที่มีการดำเนินโครงการได้ (เพื่อเป็นการป้องกันการทิ้งงานกลางคัน)
5. ระยะเวลาของโครงการ (เป็นไปตามที่บริษัทเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้างได้กำหนดไว้)
6. มูลค่าของโครงการที่บริษัท ฯ ยื่นในการประกวดราคา ผู้ที่เสนอราคาต่ำสุดจะเป็นผู้ชนะการประมูลงาน แต่ก็ไม่เสมอไป
7. การต่อรองในเรื่องการเงิน เช่น มูลค่าของโครงการ และเงินค่างวดในรูปแบบต่าง ๆ

ภาพที่ 1-1 แนวคิดในการออกแบบแท่นหลุมผลิตก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง (Takla Corp., 2015)

จากเงื่อนไขและข้อกำหนดของบริษัทเจ้าของโครงการหรือผู้ว่าจ้างดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยส่วนมากแล้วในข้อกำหนดที่ 1 ถึง 4 บริษัทผู้ประกอบการสามารถผ่านเกณฑ์การพิจารณาเกือบทุกบริษัท ฯ แต่ในข้อกำหนดที่ 5 และ 6 จะเป็นข้อกำหนดที่เป็นปัญหากับบริษัทผู้ประกอบการเป็นอย่างมาก เนื่องจากว่าราคาของโครงการที่ได้รับมาดำเนินการนั้น อาจต่ำเกินไปไม่สามารถทำกำไรได้ตามเป้าหมายที่คาดหวัง หรืออาจจะถึงขั้นขาดทุนได้ และระยะเวลาของโครงการอาจสั้นเกินไปไม่สามารถส่งมอบงานได้ตามกำหนดเสี่ยงต่อการถูกปรับ จึงเป็นสาเหตุให้บริษัท ฯ ตอบปฏิเสธเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้าง และไม่สามารถที่จะบรรลุการพิจารณาในข้อที่ 7 ได้ และด้วยสาเหตุนี้อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้บริษัทผู้ประกอบการ อาจสูญเสียโอกาสในการทำกำไรให้กับบริษัท ฯ หรืออาจจะเป็นการทำให้บริษัทผู้ประกอบการมีโอกาสในการขาดทุนก็เป็นได้ ในกรณีที่บริษัท ฯ ได้ตัดสินใจเข้าร่วมประกวดราคาเพื่อที่จะให้มาซึ่งโครงการมาดำเนินการ บริษัทผู้รับเหมา (Contractors) ส่วนมากได้ใช้ประสบการณ์ ตัวเลขทางสถิติขั้นพื้นฐาน เช่น การเผื่อเหลือเผื่อขาด (Contingency) และใช้ความมั่นใจส่วนตัวมาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจตอบรับหรือปฏิเสธในการเข้าประกวดราคาในแต่ละโครงการ

ภาพที่ 1-2 การพัฒนาแท่นหลุมผลิตก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง (Yetagun Field, 2013)

ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันความเสี่ยงและป้องกันการสูญเสียโอกาสดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น บริษัทผู้ประกอบการจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสมการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาเป็นแนวทางในการวิเคาะห์และการประเมินความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในข้อกำหนดที่ 5 และ 6 เนื่องจากขบวนการเหล่านี้จะทำให้บริษัท ฯ สามารถทราบได้ถึงความป็นไปได้ว่ามีมากน้อยเพียงใด สามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จเป็นร้อยละเท่าไรของต้นทุน และระยะเวลาของโครงการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) โดยการใช้ซอฟแวร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และการประเมินผล

2. เพื่อหาค่าดัชนี (Index) ตัวบ่งชี้ (Indicators) หรือตัวแปรในทางสถิติ (Parameter) ของปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยงต่าง ๆ ทางด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการจากทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อการสนันสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานในโครงการ การออกแบบ การก่อสร้างและการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติชายฝั่ง และโครงการก่อสร้างอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงทางด้านต้นทุนและระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการจากแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model simulation) ที่สร้างขึ้นจาก Software ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การประกวดราคางานออกแบบและก่อสร้าง การวางแผนและควบคุมโครงการด้วยเทคนิค PERT และ CPM ปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยง การวิเคราะห์และการประเมินผลโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลอง (Develop risk model)

2. เก็บและรวบรวมข้อมูลโครงการที่ผ่านมาของบริษัทผู้ประกอบการ

3. รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากปัจจัยภายนอก เช่น สถิติของสภาพอากาศในอดีต สถิติและแนวโน้มการเคลื่อนย้ายแรงงาน อัตราค่าแรงในแต่ละเขตพื้นที่ ข้อมูลเกี่ยวกับราคาของวัสดุ อัตราดอกเบี้ย และอัตราเงินเฟ้อในปีปัจจุบันและอนาคต

4. ศึกษาเรื่องการจัดการความเสี่ยง (Risk management) ทั้งในภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติ การฝึกปฏิบัติการจริงโดยการใช้ Software ในการสร้างแบบจำลองความเสี่ยง (Develop risk model)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ทางด้านต้นทุนและระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง และโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ภายใต้งบประมานและระยะเวลาที่กำหนด

บทที่ 2
ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไป ทฤษฎีต่าง ๆ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัยโดยอาศัยหลักแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

การประกวดราคางานออกแบบและก่อสร้างโครงการ (Project Bidding)

สมชาย เจียมธีรสกุล (2553) ได้กล่าวถึง การประกวดราคางานโครงการไว้ว่า ขั้นตอนในการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นงานประเภทใดก็ตามย่อมต้องมีการให้ประกวดและเสนอราคา เพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาที่จะมาทำงาน ซึ่งการคัดเลือกของเจ้าของงานหรือเจ้าของโครงการส่วนใหญ่จะพิจารณาเรื่องราคาเป็นหลักสำคัญ และถึงแม้ว่าราคาค่าก่อสร้างจะเป็นสิ่งสำคัญลำดับต้น ๆ แต่ในแนวทางที่ถูกต้องแล้วเจ้าของงานควรจะต้องพิจารณาเรื่องอื่น ๆ ประกอบด้วย ไม่ใช่ดูเรื่องราคาอย่างเดียว ในอดีตงานประมูลงานของหน่วยงานราชการจะกำหนดเป็นที่แน่นอนว่า ผู้ที่เสนอราคารายใดที่ไม่ผิดเงื่อนไขและมีคุณสมบัติครบถ้วนแล้ว และมีราคาต่ำที่สุดก็จะได้รับการคัดเลือกให้ได้งานมาทำ แต่ปัจจุบันการประมูลงานณโครงการของราชการบางโครงการ ฯ อาจจะมีการกำหนดเงื่อนไขไว้ว่าการคัดเลือกอาจไม่เลือกผู้เสนอราคาต่ำสุดเสมอไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วก็มักจะไม่มีการเลือกผู้ที่เสนอราคาสูงกว่าให้ได้ไปทำงาน เนื่องจากเกรงกลัวการถูกร้องเรียนและฟ้องร้องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แต่สำหรับการประมูลงานโครงการ ฯ ของภาคเอกชนแล้วการคัดเลือกผู้รับเหมามักจะไม่ใช้ราคาต่ำสุดเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน แต่จะต้องมีการพิจารณาถึงประสบการณ์และผลงานรวมถึงความสมเหตุสมผลของราคาที่เสนอด้วย เนื่องจากเป็นไปได้ว่าผู้รับเหมารายที่เสนอราคาต่ำที่สุดอาจจะมีประสบการณ์ และผลงานในงานดังกล่าวน้อยกว่ารายที่มีราคาสูงกว่า และอีกประการหนึ่งที่ต้องพิจารณา คือ ราคาที่ต่ำกว่าว่าเป็นเพราะเหตุใด เช่น การที่มีราคาต่ำกว่ามากก็อาจต้องพิจารณาว่าเป็นการคิดราคาผิด เพราะคิดตกบางรายการหรือไม่ หรือเป็นการเสนอราคาอย่างไม่ละเอียด ซึ่งถ้าต่ำกว่ามากก็อาจเป็นเพราะหวังจะได้งานไว้ก่อน (เรียกว่าประเภทตีหัวเข้าบ้าน) เนื่องจากคิดว่าขอให้ได้ไว้ก่อนค่อยไปหาทางหลีกเลี่ยง ฉ้อฉลจากการทำงาน ซึ่งถ้าเจ้าของงานตัดสินใจเลือกเพราะราคาประการเดียว อาจทำให้งานเสียหายมากกว่าราคาที่ถูกก็เป็นได้

ผู้เขียน (สมชาย เจียมธีรสกุล) เคยทำงานกับบริษัทก่อสร้างชั้นนำในเรื่องการก่อสร้างอาคารสูงปรากฏว่าบริษัทที่ผู้เขียนทำงาน ส่วนใหญ่แล้วจะประมูลงานไม่ได้ในราคาที่ต่ำที่สุดแต่บริษัทก็ได้งาน เนื่องจากพื้นหลังประสบการณ์และผลงาน บางครั้งเสนอราคามาเป็นลำดับที่ 3 หรือ

4 ด้วยซ้ำแต่ก็ได้งานเพราะการนำเสนอประสบการณ์ทำให้เจ้าของงานไว้ใจ เคยมีตัวอย่างการเสนอราคาที่ต่างกันมากและเจ้าของโครงการเลือกที่ราคาต่ำ ภายหลังปรากฏว่างานดังกล่าวเมื่อทำงานไปได้ประมาณร้อยละ 60 ผู้รับเหมาก็ทิ้งงานเพราะรู้ตัวแล้วว่าราคาที่ประมูลมานั้นขาดทุนจึงยอมเสียชื่อเสียงทิ้งงานกลางคันทำให้กำหนดระยะเวลาแล้วเสร็จช้าไปเป็นปีเพราะงานใดที่ผู้รับเหมาทิ้งงานเจ้าของงานจะหาคนไปทำต่อเป็นเรื่องที่ยากมาก เนื่องจากไม่มีผู้รับเหมารายใดอยากเข้าไปเสี่ยงเพราะอาจจะคิดว่าเจ้าของโครงการ ฯ มีปัญหาเรื่องการเบิกเงินจนทำให้ผู้รับเหมาทิ้งงาน

การเสนอราคางานในปัจจุบันจะต้องมีการทำรายการอย่างละเอียดทั้งรายการค่าวัสดุ และค่าแรงงาน โดยเรียกกันว่า BOQ ซึ่งย่อมาจากคำว่า Bill of quantity ซึ่งใน BOQ จะแสดงรายการเป็นหมวดหมู่ เช่น งานหมวดโครงสร้าง ได้แก่ งานเสาเข็ม งานขุดดิน งานไม้แบบ งานเหล็ก และงานคอนกรีต เป็นต้น หมวดงานสถาปัตยกรรม คือ งานก่ออิฐ-ฉาบปูน ประตู-หน้าต่าง งานปูพื้น งานฝ้า-เพดาน งานสี นอกจากนั้นยังมีงานระบบ ได้แก่ งานระบบไฟฟ้า งานสุขาภิบาล และงานระบบปรับอากาศ เป็นต้น จากนั้นจึงรวมราคางานทั้งหมด และนำมาคิดเป็นค่าดำเนินการ กำไร ภาษี (ถ้าเป็นงานบริษัท ต้องมีภาษีมูลค่าเพิ่ม)

ความสำคัญของ BOQ คือ เป็นเอกสารประกอบสัญญาก่อสร้าง นอกจากแบบก่อสร้างที่ต้องมี และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรืองาน เพิ่ม-ลด ก็จะได้มีเอกสารอ้างอิงเพื่อคิดราคา ถ้าเป็นงานที่ไม่ใหญ่นักบางครั้งผู้รับเหมาบางรายเสนอราคาให้เจ้าของเป็นราคาต่อตารางเมตร และมีรายการแนบท้ายว่า มีงานอะไรบ้าง และใช้วัสดุอะไรในการก่อสร้าง แต่การเสนอราคางานในลักษณะดังกล่าวอาจก่อให้เกิดข้อพิพาทถกเถียงกันได้ง่าย เนื่องจากรายการไม่ละเอียดพอ ดังนั้น การที่จะเปิดประมูลงานเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาจึงควรพิจารณาประกอบกันหลายด้านทั้งเรื่องราคา เรื่องประสบการณ์ ความน่าเชื่อถือ รวมถึงการจัดทำเอกสารประกอบสัญญาก่อสร้าง

การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง โดยทั่วไปจะมีการดำเนินงานโครงการโดยบริษัทผู้ประกอบการเฉพาะด้านในการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้ง ซึ่งจะต้องมีการประกวดราคางานโครงการแบบแข่งขัน (Competitive bidding) และจะต้องมีบริษัทผู้ประกอบการเข้าร่วมประกวดราคาในแต่ละครั้งอย่างน้อย 3 บริษัท ฯ ขึ้นไปเป็นอย่างต่ำ ดังนั้น การประมาณราคาต้นทุน (Cost estimating) ของบริษัทผู้ประกอบการที่ดีจะต้องกระทำโดยทีมงานที่มีประสบการณ์ที่ยาวนาน มีความรอบรู้ด้านงานวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องและมีขีดความสามารถเป็นอย่างมากเพราะเป็นงานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจในการยื่นเสนอประกวดราคาในโครงการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้ง ซึ่งในแต่ละโครงการนั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาควบคู่กันเสมอ เช่น สถานที่ก่อสร้าง เครื่องไม้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการ

ทำงาน รายละเอียดของแบบรูป (Drawing) และรายการประกอบแบบ (Specification) ชื่อเสียงของบริษัทที่ปรึกษา (Consultant) หรือเจ้าของโครงการ (Owner) วิธีการทำงาน จำนวนของบริษัทผู้ประกอบการที่เข้าร่วมประกวดราคา และเหตุผลอื่น ๆ อีก เป็นต้น

1. แนวคิดการประกวดราคาแบบแข่งขัน (Competitive bidding)

James and Robert (1971) กล่าวไว้ว่า การประมูลงานในโครงการ ฯ ของภาครัฐจะต้องมีการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อน (Contractors) โดยหน่วยงานที่จัดการประมูลหรือหน่วยงานที่ตัดสินใจการที่ไม่ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อน จะทำให้เจ้าของโครงการจะต้องจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ มากขึ้น และผู้รับเหมาก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการทำเอกสารและประมาณราคา

กระบวนการทั่วไปสำหรับการเตรียมการเสนอราคา (General procedure for preparing bid) เมื่อบริษัทผู้ประกอบการได้รับหนังสือหรือจดหมายเชื้อเชิญจากบริษัทเจ้าของโครงการ และได้ตัดสินใจตอบรับที่จะเข้าร่วมในการเสนอราคาเข้าประกวดในโครงการ บริษัท ฯ จะต้องมีเอกสารและรายละเอียดต่าง ๆ จากเจ้าของโครงการอย่างครบถ้วนเพื่อจะได้ทราบถึงเงื่อนไข และข้อจำกัดอื่น ๆ ทั้งหมดไม่เว้นแต่โครงการขนาดเล็กก็ต้องมีความจำเป็นที่จะต้องทราบรายละเอียดทุกแง่มุมเหมือนกับโครงการขนาดใหญ่ซึ่งจะต้องมีแบบรูป และรายการประกอบแบบ (Drawings and specifications) มากกว่า 1 ชุด ปกติถ้าโครงการขนาดใหญ่จะมีรายละเอียดดังกล่าวนี้มากกว่า 5 ชุด

ผู้รับเหมาช่วง (Subcontractors) ผู้รับเหมาช่วงหรือผู้รับเหมารายย่อยที่จะมารับงานต่อจากผู้รับเหมาหลัก (Main contractor) จำเป็นต้องใช้แบบรูป และรายการประกอบแบบที่เหมือนกันทุกประการ ดังนั้น การที่บริษัทเจ้าของโครงการได้จัดเตรียมไว้หลายชุดจึงเกิดประโยชน์และได้รับความสะดวกในส่วนนี้ด้วย

การแยกปริมาณงานการออกแบบ (Materials take off: MTO) การแยกรายการวัสดุและการตรวจสอบปริมาณวัสดุที่ใช้กับงานตามขั้นตอนต่าง ๆ นั้นเป็นงานที่สำคัญอย่างยิ่งซึ่งจะต้องกระทำการโดยทีมงานวิศวกรที่มีความสามารถสูง ซึ่งแต่ละคนในทีมงานต้องมีความสันทัดจัดเจนในการอ่านหรือตีความหมายจากงานเขียนแบบเบื้องต้น (Preliminary design) และรายการประกอบแบบ (Specification) ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำพร้อมกับมีความละเอียดรอบคอบถี่ถ้วนและมีสมาธิในการทำงานเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งบริษัทผู้ประกอบการควรจัดเตรียมสถานที่ให้มีบริเวณพอเพียง และเป็นสัดส่วนและรู้สึกมีความเป็นส่วนตัวสำหรับการคิดแยกรายการเพื่อประมาณราคาการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้ง ความผิดพลาดหรือความหลงลืมในรายละเอียดในการถอดแบบต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของวิศวกรผู้ประมาณราคา ถ้าหากมีการทบทวนและการตรวจงานแต่ละงานหรือแต่ละขั้นตอนอีกครั้งหนึ่งจะช่วยให้ความผิดพลาดลดน้อยลงได้

Martin Brook (2004) ได้ให้ความหมายของการประมาณราคาว่า หมายถึง การประมาณหรือการวิเคราะห์หาปริมาณวัสดุ ค่าแรงและค่าดำเนินการที่ราคาใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายจริงมากที่สุด โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการ ซึ่งในการแยกรายการวัสดุ ค่าแรง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องมือ เครื่องจักรกล และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงาน โดยมีผลกับตัวแปรตามในด้านระยะเวลาของการทำงาน เมื่อทำการแยกงานออกเป็นหมวดหมู่เสร็จแล้ว ก็จะสามารถกำหนดราคาต่อหน่วยของต้นทุนก่อสร้างได้ ดังนั้น การประมาณราคาจึงไม่ใช่ราคาที่แท้จริง แต่อาจใกล้เคียงกับราคาจริง ซึ่งไม่ควรจะคลาดเคลื่อนไปจากราคาที่แท้จริงเกินกว่าร้อยละ 5

กวี หวังนิเวศน์กุล (2552) กล่าวไว้ว่า การประมาณ หรือการคาดคะเน หรือการวิเคราะห์ปริมาณงานและราคาที่เหมาะสมและใกล้เคียงความเป็นจริงของงานก่อสร้างนั้น ๆ โดยต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของแต่โครงการ เมื่อผู้ประมาณราคาได้ทำการถอดแบบหรือวิเคราะห์ปริมานวัสดุ แรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักร โดยเมื่อมีการแยกงานออกเป็นหมวดหมู่ เสร็จแล้ว ก็จะกำหนดราคาต่อหน่วยของต้นทุนก่อสร้าง การกำหนดราคาจะเป็นราคาคาดการณ์ สำหรับราคาที่เหมาะสมจะเป็นเรื่องยากลำบากอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยเฉพาะผู้ประมาณราคาที่ยังไม่มีประสบการณ์ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ประมาณราคาจะต้องมีความพร้อมในด้านข้อมูลและสารสนเทศที่เก็บรวบรวมไว้อย่างมีระเบียบสามรถสืบค้นหรือค้นหาได้ง่าย และต้องติดตามปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน (Up to date) อยู่เสมอ เพื่อให้การทำการประมาณราคาอย่างใกล้เคียงและถูกต้องมากที่สุด ดังนั้น ผู้ที่จะทำหน้าที่ในการประมาณราคางานก่อสร้างได้ดีและถูกต้องควรมีความรู้พื้นฐานต่าง ๆ ที่เพียงพอ ดังนั้น คุณสมบัติของผู้ประมาณราคาควรมีดังนี้ คือ

1. ต้องมีความรู้ในงานก่อสร้างแต่ละประเภท
2. ต้องมีความรู้เรื่องเทคนิคการก่อสร้าง
3. ต้องมีความรู้ในเรื่องวัสดุก่อสร้างเป็นอย่างดีและกว้างขวาง
4. ต้องสามารถอ่านแบบก่อสร้างได้อย่างเข้าใจโดยละเอียด
5. ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมท้องถิ่น
6. ต้องเป็นคนที่หมั่นเก็บรวบรวมข้อมูล
7. ต้องมีความรอบครอบสูง มีสมาธิ มีความละเอียด
8. ต้องมีความรู้ทางด้านวิศวกรรมโยธาพอสมควร
9. ต้องเป็นผู้ที่มีปฏิภาณและไหวพริบที่รวดเร็วและถูกต้อง
10. ควรมีความรู้ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Martin Brook (2004) ได้ระบุคุณสมบัติของผู้ประมาณราคาว่า ต้องเป็นผู้ที่มีความรอบรู้ความสามารถในหลายด้าน ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้ความชำนาญ และประสบการณ์รวมทั้งมีเทคนิคเฉพาะตัวอย่างสูง ซึ่งจะทำให้ได้มาซึ่งราคาที่ใกล้เคียงในการก่อสร้างจริงมากที่สุด ดังนั้นคุณสมบัติของผู้ประมาณราคาควรมีดังนี้ คือ

1. ต้องมีความรู้ทางด้านรูปแบบรายการที่จะแยกวัสดุ
2. มีความรู้เรื่องวัสดุก่อสร้างเป็นอย่างดี
3. ต้องมีความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์
4. มีความรู้ความชำนาญในงานที่ประมาณราคาเป็นอย่างดี
5. มีความรู้ในเรื่องแบบรูป แบบรายการที่ประมาณราคาที่สามารถแยกรายละเอียดของงานใหญ่ออกเป็นงานย่อย ๆ ได้ละเอียดมากขึ้น
6. มีความรู้เรื่องวัสดุก่อสร้างที่ใช้ประมาณราคาเป็นอย่างดี
7. มีความละเอียดรอบคอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบระเบียบ และมีต้องมีปฏิภาณไหวพริบในการประยุกต์โดยการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้ประมาณราคาได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง
8. มีหลักการในการวินิจฉัย ช่างสังเกตที่ดีเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในสถานที่ก่อสร้าง มีความรู้และความเข้าใจที่สามารถศึกษาเอกสาร สัญญา รายการประกอบแบบก่อสร้าง ที่จะมีผลกับรายการก่อสร้างในด้านงานที่จะต้องเสร็จตามกำหนดเวลา ถ้างานไม่เสร็จตามกำหนดเวลาจะต้องมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ค่าปรับ เป็นต้น

ดังนั้น จำนวนชั่วโมงการทำงานที่จะใช้ในการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง จะต้องได้รับการประเมินมาจากผู้จัดการฝ่ายในแต่ละภาคส่วน เช่น วัสดุก่อสร้าง อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องจักรกลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในโครงการทั้งหมดจะจัดหามาได้โดยวิธีใด ๆ ก็ตาม เช่น ต้องจัดซื้อ จัดเช่า หรือจากที่มีอยู่แล้วก็จะต้องนำมาประกอบในการพิจารณาเสมอ ถ้าตัดสินใจที่จะจัดซื้อจะจัดจ้าง หรือเช่าก็ต้องมีคณะทำงานต่างหากอีกชุดหนึ่ง (Procurement team) สำหรับทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ ซึ่งจะต้องรู้ถึงแหล่งผลิต ผู้ผลิตหรือตัวแทนจัดจำหน่ายของสิ่งของดังกล่าวมาแล้วเป็นอย่างดี โดยจะต้องมีการจัดเตรียมการประมาณราคาเอาไว้ว่าจะเป็นเท่าใด และควรจะต้องทราบวันที่ส่งมอบวัสดุ อุปกรณ์ หรือวันที่สิ่งของเหล่านั้นจะส่งมาถึง เงื่อนไขของการส่งมอบ แนวโน้มของราคาและปริมาณสิ่งของเหล่านั้น หรือข้อมูลประกอบอื่น ๆ อีกเป็นต้น เช่นใบรับรองมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต (Mill

certificated) อนึง ถ้าไม่มีใบรับรองมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต (Mill Certificated) บริษัทเจ้าของโครงการจะไม่ยินยอมให้นำวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ๆ นำไปประกอบชิ้นงานโดยเด็ดขาด

วิสูตร จิระดำเกิง (2551) กล่าวว่า ในการประมาณราคาก่อสร้างจะเข้าไปเกี่ยวข้องในกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนถึงขั้นตอนงานก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์ในการทำการประมาณราคาก่อสร้างแตกต่างกันออกไปในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การทำงานงบประมาณค่าก่อสร้าง (Project budgeting) โดยทั่วไปแล้วผู้ออกแบบจะเป็นผู้ทำการประมาณราคา เพื่อกำหนดราคากลางสำหรับค่าก่อสร้างในโครงการ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการประเมินราคาของผู้ร่วมเสนอราคาในการประมูลงานต่อไป

2. การกำหนดค่างวดงานในการก่อสร้าง (Construction progress payment) โดยตัวแทนหรือผู้ควบคุมงานในส่วนเจ้าของโครงการ ฯ จะเป็นผู้ประมาณการตามแบบและแผนงานเพื่อที่จะกำหนดค่างวดงาน ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการเบิกจ่ายงานในแต่ละงวด หรือในบางกรณีที่จะต้องมีการคำนวณเพื่อหาปริมาณงานที่ทำได้จริง (Physical progress) ซึ่งจะต้องทำการสำรวจหน้างานและทำการประเมินราคาเพื่อที่จะกำหนดค่างานที่จะมีการเบิกจ่ายในงวดนั้น ๆ

3. การคิดค่างานเพิ่มหรือลดจากสัญญาในงานก่อสร้าง (Change order and extra work payment) ใช้สำหรับกรณีที่เจ้าของงานหรือตัวแทนกำหนดให้ผู้รับเหมาทำงานเพิ่มเติมจากที่กำหนดในแบบรูปและข้อกำหนดประกอบสัญญาจ้าง ซึ่งต้องทำการประมาณการหาปริมาณงานจากแบบเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม โดยที่ราคาต่อหน่วยที่ใช้ในการคิดราคาอาจเป็นราคาที่แสดงอยู่ในใบเสนอราคา หรือราคาต่อหน่วยใหม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ระบุไว้ในสัญญาจ้างใช้

4. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) การประมาณการในขั้นนี้จะเป็นลักษณะการประมาณราคาขั้นต้น โดยอาจจะมีแบบเพียงแบบร่างที่รับรองแล้ว ยังไม่จำเป็นต้องมีแบบรายละเอียดโดยการใช้วิธีในการคำนวณราคาต่อพื้นที่ใช้สอย (บาทต่อตารางเมตร) หรือราคาต่อหน่วยการใช้ (บาทต่อห้องพักของโรงแรมนั้น ๆ) เป็นต้น ซึ่งยอมรับได้ในการนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ก่อนจะลงมือดำเนินการในขั้นต่อไป

5. จัดทำเอกสารเสนอราคาก่อสร้างในการประมูลงานของผู้รับเหมา (Bill of quantity for competitive bidding) การประมาณการมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำอย่างละเอียด และรอบคอบ ทั้งนี้ หากเกิดมีการผิดพลาดอาจจะทำให้ขาดทุน หรืองบประมาณของเจ้าของโครงการบานปลายได้

2. ช่วงเวลาของการประกวดราคา (Bidding time)

ช่วงเวลาสำหรับการเตรียมข้อมูลและเอกสารในการเสนอราคาเป็นช่วงที่สำคัญมากของบริษัทผู้ออกแบบ การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง

เพราะก่อนที่จะตัดสินใจที่จะเสนอราคาเข้าประกวดต้องมีความมั่นใจในเรื่องต่าง ๆ เช่น เวลาที่จะใช้ทำงานในโครงการนั้น ๆ (Project schedule) ราคาวัสดุ (Materials cost) ราคาของผู้รับเหมาช่วง (Sub-contract price) การวางแผนงานก่อสร้าง (Planning & Scheduling) วิธีการก่อสร้าง (Construction method) การพิจารณาแยกรายการวัสดุก่อสร้าง (Materials take off: MTO) ที่จะใช้ในการประมาณราคา (Cost estimated) ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ถ้าเกิดผิดพลาดขึ้นมาก็จะก่อให้เกิดผลเสียหายแต่อย่างเดียว ดังนั้น การทิ้งช่วงเวลาไว้สักระยะหนึ่งก่อน และการที่ไม่เร่งร้อนจนเกินไปจะเป็นสิ่งที่ถูกต้องอย่างยิ่ง เพราะจะได้มีเวลาในการทำการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในเรื่องต้นทุน และระยะเวลาในการดำเนินโครงการ (Cost & Schedule risk analysis & Evalution) ตลอดจนจะได้มีเวลาในการตรวจสอบกับการคิด การประมาณราคา การทบทวนกับเหตุการณ์ หรือสภาวะการณ์ในภายภาคหน้า เช่น แนวโน้มของราคาวัสดุและค่าจ้าง เงื่อนไขของการจ้างแรงงาน กฎหมายที่จะมีผลบังคับใช้ หรือความคับขันของสถานการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อราคาค่าออกแบบ การก่อสร้าง และการติดตั้งทั้งสิ้น การตระหนักถึงสิ่งดังกล่าวโดยการนำมาพิจารณาประกอบกับการปรับประมาณราคาได้ทันหรือใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงจะเป็นผลทำให้ราคาที่จะเสนอเข้าประกวดในโครงการสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น กล่าวคือ ราคาโครงการนั้น ๆ จะต้องประกอบไปด้วยต้นทุนที่เป็นจริง (Basis cost) กำไรที่ต้องการ (Profit) และเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหลือเผื่อขาด (Contingency) ที่เหมาะสม

ในทำนองเดียวกัน ถ้ามีเวลาจำกัดหรือไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการเตรียมงานเสนอราคาก็จะเกิดผลกระทบต่อการพิจารณาประมาณการและทำให้ราคาประมาณการของบริษัทผู้ประกอบการไม่เป็นไปอย่างละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าจะเกิดผลเสียหายขึ้นกับเจ้าของโครงการและบริษัทผู้ประกอบการ เพราะราคาค่าก่อสร้างอาจสูงมากหรือต่ำเกินไป ทั้งนี้การเสนอราคาประกวดงานโครงการจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับราคาค่างวดของงาน สำหรับระยะเวลาที่ใช้ทำงานของบริษัทผู้ประกอบการก็เช่นเดียวกัน ต้องพิจารณาอย่างระมัดระวัง โดยมุ่งเน้นทำงานเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนของเจ้าของงานให้มากที่สุด การทำงานที่ขาดช่วงและไม่ต่อเนื่องนอกจากจะเพิ่มต้นทุนในการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งให้กับเจ้าของงานแล้วยังเป็นการเพิ่มภาระต้นทุนให้กับบริษัทผู้ประกอบการเองโดยไม่จำเป็นอีกด้วย

3. สถิติกับการประกวดราคา (Statistics and Bidding)

มนตรี เงาเดช (2554) ได้กล่าวว่า การประมาณราคา (Construction estimating) เป็นการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานก่อสร้าง โดยถอดประมาณการของวัสดุ อุปกรณ์ที่มีในแบบแปลนของงานก่อสร้าง (Drawing) และข้อกำหนดของงาน (Specification) การสืบหาราคาของวัสดุอุปกรณ์นั้น และค่าติดตั้งที่ใช้รวมทั้งค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นแล้วรวบรวมลงใน

รายการแสดงวัสดุอุปกรณ์ (Bill of quantity) ตามหมวดหมู่ของแต่ละรายการอุปกรณ์นั้น เพื่อทำการเสนอราคาเข้าประมูลงาน หรือเพื่อให้เจ้าของบ้านพักอาศัยจัดเตรียมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ้านตามมูลค่าที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงเปรียบการประมาณราคาเป็นหัวใจของงานก่อสร้าง เพราะถ้าหากไม่มีการประมาณราคาหรือการประมาณราคาที่ดีแล้ว บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างก็ไม่สามารถตั้งอยู่ต่อไปได้ เนื่องจากไม่มีงานเข้ามาหล่อเลี้ยงพนักงานในบริษัท และเจ้าของบ้านพักก็ไม่สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้ โดยหัวใจของการประมาณราคาสำหรับผู้ประมาณราคา คือ

1. ความถูกต้องและครบถ้วน
2. ทันตามกำหนดเวลาที่ได้รับมอบหมาย
3. สามารถแสดงรายการอุปกรณ์ จำนวนที่ใช้ ค่าวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งค่าแรงที่ใช้ติดตั้งใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายจริงที่ได้ใช้ไปจริง ๆ เมื่อจบงาน
4. มีข้อมูลที่ได้ทำการถอดแบบไว้ ดูแล้วเข้าใจง่าย เพื่อสำหรับผู้ประมาณราคาคนอื่นหรือวิศวกรผู้ดูแลงานเมื่อได้งานนี้แล้วสามารถตรวจสอบได้
5. Bill of quantity (BOQ) ที่ทำจะต้องมีการจัดเรียงตามหมวดหมู่ให้ถูกต้อง และเข้าใจง่าย บริษัทผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะมีความสันทัดจัดเจนในการเสนอราคาในการประกวดงานโครงการ และในแต่ละโครงการที่เสนอราคาโดยบริษัทผู้ประกอบการแต่ละรายนั้น จะถูกพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบว่าควรเสนอราคามากน้อยเท่าใดจึงจะชนะคู่แข่งขันได้ และมีกำไรมากน้อยเท่าไร ดังนั้น การเสนอราคาในการประกวดต้องทราบว่ามีใครบ้างเป็นคู่แข่งขัน และถ้าสามารถจะหยั่งรู้ด้วยว่าผู้แข่งขันเสนอราคาประมาณเท่าใด ก็ยิ่งจะเป็นคุณประโยชน์มากขึ้นเท่านั้น เพราะมีโอกาสทบทวนหรือปรับราคาได้ตามความประสงค์ ทำให้มีโอกาสจะได้รับงานสูงขึ้นอีกด้วย แต่ในทางปฏิบัติบริษัทผู้ประกอบการแต่ละรายไม่สามารถที่จะล่วงรู้ได้เลยว่าใครเสนอราคาไปเท่าใด

ที่ผ่านมา การใช้ข้อมูลทางสถิติจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ซึ่งน่าจะให้ความมั่นใจกับผู้ที่เสนอราคาพอสมควรถ้าสภาพต่าง ๆ อยู่ในภาวะปกติ ข้อมูลทางสถิติจึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและรอบคอบ โดยทั่วไปบริษัทเจ้าของโครงการจะทำการเปรียบเทียบราคากับผู้แข่งขันรายอื่น ๆ ซึ่งแน่นอนหากบริษัทผู้ประกอบการรายใดเป็นผู้เสนอราคาต่ำสุดส่วนมากแล้วจะเป็นผู้ได้รับโครงการไปทำการดำเนินการเสมอ ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการใดก็ตาม ถ้าเสนอราคาด้วยวงเงินที่สูงกว่าต้นทุนมาก ๆ แล้ว และมีโอกาสได้รับโครงการนั้นไปดำเนินการจะเป็นผู้ที่ได้กำไรมากเป็นธรรมดา แต่โอกาสเช่นนั้นก็มีอยู่เพียงน้อยนิด ในทำนองเดียวกันถ้าเสนอราคาด้วยวงเงินที่สูงกว่าต้นทุนเพียงเล็กน้อยก็จะได้กำไรเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรือบางครั้งถึงกับขาดทุนก็เป็นไปได้ การเสนอราคาที่ดีนั้นควรใช้ราคาเฉลี่ยระหว่างราคาต่ำสุดและสูงสุด แต่ไม่ใช่เป็นสิ่งที่แน่นอนเสมอไป หรือทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าผู้ที่ใช้ราคาตามนัยดังกล่าวต้องชนะคู่แข่งขันรายอื่น ๆ เสมอ

กำไรจากโครงการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง คือ ราคาหรือต้นทุน (Cost) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโครงการ ฯ ที่จ่ายไปน้อยกว่าราคาหรืองบประมานที่ได้รับจากการราคาประกวดทั้งหมดของโครงการ ฯ การเก็งผลกำไรจากงาน การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งในแต่ละโครงการนั้น จึงขึ้นอยู่ที่ความแตกต่างระหว่างต้นทุนที่ใช้จ่ายไปจริงทั้งหมดกับราคาที่ต้องเสนอเข้าประกวดแข่งขันในการประมูลกับบริษัทผู้ประกอบการรายอื่น ๆ ซึ่งถ้าบริษัทผู้ประกอบการรายใดเสนอราคาเข้าประกวดไม่สูงกว่าต้นทุนมากนักก็จะส่งผลกระทบกับการเสนอราคาประกวดของบริษัทผู้ประกอบการรายอื่น ๆ เป็นอย่างมาก เพราะต้องเสนอราคาเข้าประกวดให้ต่ำกว่าผู้ประกอบการรายนั้น ๆ จึงจะเป็นผู้ที่ได้รับโครงการ ฯ ไปดำเนินงานโดยพิจารณาแล้วว่าราคาที่เสนอเข้าประกวดตามนัยดังกล่าวนั้น สามารถจะดำเนินงานไปได้ไม่ขาดทุนหรือคุ้มทุน ทั้งนี้หมายถึงว่ายังพอมีกำไรอยู่บ้างแต่ก็ไม่มากนัก

การใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยง (Risk analysis & Evaluation) จาก Risk model จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะช่วยให้การพิจารณาตัดสินใจว่าจะเลือกราคาใดที่จะใช้ในการประกวดงานโครงการนั้น ๆ พร้อมทั้งทราบโอกาสหรือมีความเชื่อมั่นว่าราคาที่เสนอไปนั้นจะชนะผู้เสนอราคารายอื่น ๆ หรือไม่เพียงใด ในบางครั้งบริษัทผู้ประกอบการที่เสนอราคาที่สูงกว่าอาจจะเป็นผู้ได้รับเลือกในการดำเนินงานโครงการด้วยเหตุผลที่ว่าบริษัทผู้ประกอบการรายนั้น ๆ ได้นำเสนอรายงานผลจากการทำการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงจาก Risk model จึงทำให้บริษัทผู้ประกอบการรายนั้นได้รับความเชื่อมั่นจากบริษัทเจ้าของโครงการ

ดังนั้น การใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงจาก Risk model มาช่วยในการตัดสินใจในการเสนอราคาในการประกวดราคา จะทำให้บริษัทผู้ประกอบการสามารถคำนวณหาค่าของความน่าจะเป็นไปได้ (Probability) ที่จะชนะผู้แข่งขันรายอื่น ๆ ที่ใช้ข้อมูลทางสถิติเพียงด้านเดียว ดังนั้น วิธีทางการใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงจาก Risk model ซึ่งจะ มีการคำณวนความน่าจะเป็นโดยสมการทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อบริษัทผู้ประกอบการ แต่ถึงอย่างไรก็ตามบริษัทผู้ประกอบการควรจะต้องคิดคำนวณปริมาณราคาอย่างตรงไปตรงมาสมเหตุสมผล และก่อนที่จะตัดสินใจเลือกเอาราคาใดเสนอเข้าประกวดในโครงการนั้น ๆ จะต้องมีการทบทวนการประมาณการอย่างละเอียดรอบคอบอีกครั้ง ทั้งนี้เพราะการประมาณราคาของบริษัทผู้ประกอบการแต่ละรายนั้น มักจะมีข้อบกพร่องและความผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอจึงต้องมีการตรวจซ้ำ และทำจะต้องการตรวจสอบราคาประมาณการในแต่ละขั้นตอนของงานให้ละเอียดถี่ถ้วนอย่างยิ่ง

4. ประเภทของการประกวดราคา (Types of bidding)

วิสูตร จิระดำเกิง (2556) กล่าวว่า ปัจจุบันรูปแบบการให้บริการงานก่อสร้างได้พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบใหม่ ๆ หลายรูปแบบโดยเฉพาะในประเทศทางทวีปอเมริกา และยุโรปซึ่งสามารถแบ่งออกตามรูปแบบสัญญาจ้างก่อสร้างที่ใช้ เช่น สัญญาแบบรวมยอดเงิน (Lump-sum contract) สัญญาแบบราคาต้นทุนบวกค่าธรรมเนียม (Cost-plus-fee contract) สัญญาแบบรับรองวงเงินก่อสร้างสูงสุด (Guaranteed-maximum-price contract) และสัญญาแบบบริหารงานก่อสร้าง (Construction management contract)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ารูปแบบหรือประเภทของสัญญาว่าจ้างมีกันอยู่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป แต่ในส่วนของการประกวดราคาในโครงการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้างการก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งนั้น จะต้องเป็นไปตามประเภทของสัญญาของแต่ละโครงการ ซึ่งมีอยู่ 4 ประเภทที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ดังนี้

4.1 การประกวดราคาตามสัญญาแบบเหมารวม (Lump sum bids) เป็นการเสนอราคาแบบเหมารวม (Lump sum or fixed – priced contract) โดยทั่วไปบริษัทเจ้างานหรือเจ้าของโครงการจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบของสัญญาโครงการตั้งแต่ขั้นตอนที่ออกหนังสือเชิญบริษัทผู้ประกอบการเข้าประกวดราคา และลักษณะของการเสนอราคาประเภทนี้นิยมใช้กันมากสำหรับบริษัทเจ้าของโครงการ ฯ โดยที่บริษัทผู้ประกอบการตกลงที่จะทำงานทั้งหมดตามที่ได้ระบุไว้ในสัญญาในวงเงินที่คงที่จำนวนหนึ่ง ส่วนระยะเวลาของการจ่ายเงินอาจจะแบ่งเป็นงวด ๆ ตามผลงานที่แล้วเสร็จเป็นตอน ๆ ไป (Progress payment) ทั้งนี้บริษัทเจ้าของโครงการจะทำการหักเงินในการเบิกจ่ายงวดนั้น ๆ เอาไว้เพื่อประกันผลงาน (Retension) ด้วย ซึ่งโดยทั่วจะทำการหักเงนค่างวดงานประมาณร้อยละ 10 ของเงินค่างวดงานในแต่ละงวดงานที่ทำการตั้งเบิก

การเสนอราคาประกวดในสัญญาแบบเหมารวมเหมาะกับงานที่บริษัทเจ้าของโครงการที่มีแบบก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วเท่านั้น และในกรณีที่บริษัทผู้ประกอบการเป็นผู้ประกอบชิ้นงานเพียงอย่างเดียว (Fabricators) บริษัทผู้ประกอบการจะทำงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้เรียบร้อยแล้วก่อนหน้าที่จะลงมือก่อสร้างจริง ข้อดี ของสัญญาประเภทนี้ คือ บริษัทเจ้าของโครงการได้ทราบถึงงบประมาณที่แน่นอนที่จะใช้ในการก่อสร้างในโครงการนั้น ๆ และได้งานครบถ้วนถูกต้องตามข้อกำหนดและแบบรูปที่ได้กำหนดไว้ในสัญญาว่าจ้าง (Contractual) และยังสามารถตรวจสอบผลงานหรือความคืบหน้าของโครงการได้ง่าย ส่วนข้อเสีย ของสัญญาประเภทนี้ คือ เสียเวลาในการรอให้แบบรูปและรายการประกอบแบบเสร็จเรียบร้อยก่อน ทำให้การก่อสร้างอาจจะไม่เสร็จสิ้นตามกำหนดการ และการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงแก้ไขแบบรูปทำได้ลำบาก บริษัทผู้ประกอบการ

ต้องรับผิดชอบในความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นทำให้ราคาที่ตกลงอาจต่ำกว่าที่เป็นจริงและทำให้การแบ่งงวดจ่ายเงินตามผลงานที่แล้วเสร็จเป็นงวด ๆ นั้นทำได้ยากเพราะไม่ค่อยตรงกับข้อเท็จจริงที่ทำได้ ซึ่งลักษณะสัญญาประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับบริษัทเจ้าของโครงการเนื่องจากสามารถทราบถึงงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานโครงการทั้งหมดได้ทำให้ง่ายต่อการควบคุมต้นทุนโครงการ โดยทั่วไปบริษัทเจ้าของโครงการมักจะคัดเลือกบริษัทผู้ประกอบการที่มีศักยภาพทางด้านการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้ง (Engineering procurement construction and installation: EPCI) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า บริษัทผู้รับเหมาหลัก (Main contractor) เข้ามาเป็นผู้ดำเนินงานโครงการทั้งหมด

4.2 การประกวดราคาตามสัญญาแบบราคาต่อหน่วย (Unit price bids or unit rate) ในการเสนอประกวดราคาแบบราคาต่อหน่วยโดยทั่วไปมักจะใช้สำหรับการประกวดราคาโครงการประเภทต่อเติมและซ่อมแซมแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง (Brownfield project) เนื่องจากว่าเป็นงานที่ไม่สามารถทราบถึงปริมาณงานที่แน่ชัดได้ ซึ่งทำให้ยากต่อการที่จะประมาณการในเรื่องของจำนวนชั่วโมงการทำงานที่แน่นอน ส่วนวัสดุอุปกรณ์ และวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ ที่จะใช้ในโครงการบริษัทผู้ประกอบการจะเป็นผู้จัดหาและจะกระทำภายใต้สัญญาแบบคิดค่าใช้จ่ายจริงรวมค่าดำเนินการ (Cost–plus fixed fee contract) ข้อดี ของสัญญาประเภทนี้ คือ สามารถเริ่มงานได้หลังทำสัญญาโดยใช้แบบรูปและรายการประกอบแบบชุดล่าสุดที่ได้มีการแก้ไขหลังก่อสร้างที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว (As built drawing) บริษัทผู้ประกอบการไม่ต้องแบกรับภาระความเสี่ยงในด้านต้นทุน และระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ ส่วนข้อเสีย ของสัญญาประเภทนี้ คือ บริษัทผู้ประกอบการรายใหม่ไม่มีศักยภาพในการแข่งขัน เนื่องจากบริษัทเจ้าของโครงการมักจะพิจารณาที่ประสบการณ์การทำงานของบริษัทผู้ประกอบการว่ามีความรู้ความชำนาญการในงานนั้น ๆ เพียงใด ฉนั้น บริษัทผู้ประกอบการที่มีประสบการณ์ที่ยาวนานกว่าย่อมมีโอกาสที่ดีกว่าที่จะได้โครงการนั้น ๆ ไปดำเนินงาน

การประมาณการราคา (Cost estimating) ภายใต้สัญญาแบบราคาต่อหน่วยบริษัทผู้ประกอบการจะคิดราคาต่อชั่วโมงการทำงาน ซึ่งราคาต่อชั่วโมงการทำงานที่คิด สูงต่ำไม่เท่ากันจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งหน้าที่ของบุคคลากรที่จะเข้าไปปฏิบัติงานในโครงการนั้น ๆ และราคาที่คิดนั้นจะสูงกว่าราคาต้นทุนจริงถึงเท่าตัว เช่น ราคาต้นทุนต่อชั่วโมงการทำงานอยู่ที่ 650 บาท ราคาที่บริษัทผู้ประกอบการเสนอจะอยู่ที่ 1,300 บาทต่อชั่วโมงการทำงาน การเบิกจ่ายเงินค่างวดงานก็จะเบิกจ่ายตามชั่วโมงการทำงานจริงตามที่ได้มีการบันทึกและลงนามรับรองโดยตัวแทนที่มีอำนาจลงนามของบริษัทเจ้าของโครงการ (Company site represeeentative: CSR)

4.3 การประกวดราคาตามสัญญาแบบค่าใช้จ่ายจริงรวมค่าดำเนินการ(Cost-plus bids) การเสนอราคาประเภทคิดค่าใช้จ่ายจริงรวมค่าดำเนินการ (Cost–plus fixed Fee contract) ลักษณะของการเสนอราคาประกวดโครงการในสัญญาประเภทนี้ คือ บริษัทผู้ประกอบการตกลงที่จะทำงานทั้งหมดตามที่ระบุในสัญญา โดยจะเบิกเงินคืนตามที่ได้จ่ายไปจริงในระหว่างการดำเนินงานโครงการ ฯ บวกกับเงินค่าป่วยการที่คงที่อีกจำนวนหนึ่งตามที่ตกลงหรือระบุไว้ก่อนหน้า สัญญาประเภทนี้เหมาะกับงานที่เจ้าของโครงการที่ต้องการให้งานแล้วเสร็จภายในระยะเวลาอันสั้น และในวงเงินที่ได้กำหนดไว้แล้ว ข้อดี สัญญาแบบนี้ คือ สามารถทำการเริ่มงานได้หลังทำการสัญญาโดยใช้แบบรูปและรายการประกอบแบบล่าสุดที่มีการแก้ไขหลังก่อสร้างที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว (As built drawing) และสัญญาประเภทนี้ บริษัทผู้ประกอบการจะช่วยประหยัดทั้งเวลาและต้นทุนในการก่อสร้าง เพราะไม่ว่าต้นทุนจริงของโครงการจ ฯ จะเป็นเท่าใดก็ตามบริษัทผู้ประกอบการก็จะได้ค่าป่วยการเท่าเดิม ส่วนค่าดำเนินการที่ประหยัดได้จะเป็นของบริษัทเจ้าของโครงการทั้งหมด ส่วนข้อเสียของสัญญาประเภทนี้ คือ งบประมาณจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปมาก เจ้าของโครงการจะต้องควบคุมต้นทุนโดยเข้มงวดทุกขั้นตอนตั้งแต่การสั่งซื้อวัสดุ การเบิกจ่ายวัสดุไปใช้และวิธีการนำวัสดุไปใช้จะต้องประหยัดไม่สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น นอกเหนือจากนี้แล้วต้นทุนในการก่อสร้างอาจจะถูกใช้ไปอย่างไม่เกิดประโยชน์โดยแท้จริง เพราะบริษัทผู้ประกอบการจะไม่ช่วยประหยัดต้นทุนแต่อย่างใด ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการจะต้องเป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบสูง ซื่อตรง ไม่หารายได้จากร้านค้าที่สั่งซื้อวัสดุ เช่น ถ้าบริษัทผู้ประกอบการสั่งของมากก็จะได้ส่วนแบ่งมาก เป็นต้น

การประมาณการราคา (Cost estimating) ภายใต้สัญญาแบบราคาต่อหน่วยบริษัทผู้ประกอบการจะคิดราคาต่อชั่วโมงการทำงาน ซึ่งราคาต่อชั่วโมงการทำงานที่คิดสูงต่ำไม่เท่ากันจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งหน้าที่ของบุคคลากรที่จะเข้าไปปฏิบัติงานในโครงการนั้น ๆ และราคาที่คิดนั้นจะสูงกว่าราคาต้นทุนจริงถึงเท่าตัว เช่น ราคาต้นทุน 650 บาทต่อชั่วโมง ราคาที่บริษัทผู้ประกอบการเสนอจะอยู่ที่ 1,300 บาทต่อชั่วโมงการทำงาน การเบิกจ่ายเงินค่างวดงานก็จะเบิกจ่ายตามชั่วโมงการทำงานจริงตามที่ได้มีการบันทึกและลงนามรับรองโดยตัวแทนที่มีอำนาจลงนามของบริษัทเจ้าของโครงการ (Company site represeeentative: CSR)

4.4 การประกวดราคาตามสัญญาแบบเบิกตามค่าใช้จ่ายจริง (Reimbursable) ลักษณะของการเสนอราคาประกวดโครงการในสัญญาก่อสร้างประเภทนี้ คือ บริษัทผู้ประกอบการตกลงที่จะทำงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงตลอดอายุของสัญญา และเป็นสัญญาที่มีกำหนดระยะเวลาที่แน่นอน โดยทั่วไปสัญญาประเภทนี้จะมีอายุสัญญา 3 ปีโดยประมาณ เช่น งานบริการการซ่อมบำรุงแท่นผลิตก๊าซและน้ำมันนอกชายฝั่ง (Maintainance long term services project) โดยจะเบิกเงินตาม

จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ใช้จริงในการก่อสร้าง ข้อดี ของสัญญาแบบนี้ คือ หากปริมาณงานมีมากและต่อเนื่อง บริษัทผู้ประกอบการก็ยังที่จะสามารถตามเบิกเงินที่ได้มากขึ้นตามไปด้วย ข้อเสีย หากปริมาณงานมีน้อยและไม่ต่อเนื่องไม่ว่าด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตามที่ทำให้บริษัทผู้ประกอบการประสบกับปัญหาการบริหารด้านทรัพยากรบุคคลเพราะไม่สามารถที่จะทราบได้แน่ชัดว่าช่วงระยะเวลาใดที่โครงการมีความต้องการคนมากหรือน้อย

5. ขั้นตอนการประกวดราคา (Process of bidding)

โดยทั่วไปเมื่อบริษัทเจ้าของโครงการได้ทำการสำรวจและขุดเจาะแหล่งปิโตรเลี่ยมในแปลงสัมปทานนอกชายฝั่ง และหากมีการค้นพบหลุมปิโตรเลี่ยมที่มีปริมาณมากพอแก่การพัฒนา (ผลิต) บริษัทเจ้าของโครงการก็จะดำเนินการทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental impact assessment: EIA) และเมื่อผ่านการอนุมัติตามขั้นตอนต่าง ๆ เสร็จสิ้นแล้วก็จะออกหนังสือหรือจดหมายเชิญไปยังบริษัทผู้ประกอบการต่าง ๆ ทั้งที่ประกอบธุรกิจในประเทศและต่างประเทศเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันในการประกวดราคาโครงการในแหล่งสัมปทานนั้น ๆ

ดังนั้น เมื่อบริษัทผู้ประกอบการได้รับหนังสือหรือจดหมายเชิญจากบริษัทเจ้าของงานหรือเจ้าของโครงการให้เข้าร่วมในการประกวดราคาในโครงการนั้น ๆ แต่ถ้าบริษัทผู้ประกอบการใดไม่มีความประสงค์ที่จะเข้าร่วมในการประกวดราคาในครั้งนั้น ๆ บริษัท ฯ ก็จะออกจดหมายแจ้งการปฏิเสธกลับไป แต่ถ้าหากบริษัทผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะเข้าร่วมในการประกวดราคา บริษัท ฯ ก็จะต้องมีการดำเนินการและเตรียมการในขั้นตอนของการประกวดราคา ดังนี้

5.1 การเตรียมการงานเอกสารเบื้องต้นที่จะต้องยื่นต่อบริษัทเจ้าของโครงการ

5.1.1 หนังสือหรือจดหมายตอบรับในการเข้าประกวดราคา

5.1.2 ใบสำคัญการจดทะเบียนในการประกอบกิจการ

5.1.3 ใบทะเบียนการค้า หรือใบทะเบียนพาณิชย์

5.1.4 เอกสารหรือหนังสือแสดงผลงานการประกอบกิจการที่เคยก่อสร้างมาแล้ว

5.1.5 ใบรับรองวิศวกรหรือใบอนุญาต ก.ว.

5.1.6 เงินสดหรือเช็คตามมูลค่าที่ตั้งไว้ โดยดูได้จากจดหมายเรียกประกวดราคา

5.2 การประมาณราคาหลังจากที่ได้รับแบบรูปและสเปคของวัสดุมาแล้ว ก็ต้องมีการถอดแบบเพื่อที่จะนำมาแยกรายการวัสดุก่อสร้าง (Materials take off: MTO) เพื่อที่จะนำมาทำการประมาณราคาเพื่อพิจารณาหาต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินการออกแบบและก่อสร้างซึ่งต้องมีการบวกต้นทุนดำเนินการที่ต้องใช้ (Overhead) และกำไรที่ต้องการ (Profit) เข้าไปในตอนเสนอราคาจึงจะได้ราคาที่ต้องนำเสนอในการประกวดราคา

5.3 การนำเสนอราคาเข้าประกวด ต้องใช้เอกสารหรือหลักฐานต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 ซองประจำบริษัทผู้ประกอบการ สำหรับบรรจุเอกสารที่ต้องส่งทั้งหมด

5.3.2 จดหมายเสนอราคา เนื้อความของจดหมายจะประกอบด้วยเอกสารที่แนบส่งมาพร้อมกัน ราคารวมทั้งหมดที่เสนอ เงื่อนไขการชำระเงินกำหนดเวลาการยืนราคา เป็นต้น

5.3.3 ใบเสนอราคา ซึ่งจะประกอบด้วยขอบเขตของงานที่รับผิดชอบ บัญชีแสดงรายการวัสดุอุปกรณ์ (BOQ) รายชื่อผู้จำหน่าย และรายการสิ่งของที่จะใช้ในตอนก่อสร้าง

5.3.4 ใบค้ำประกันธนาคาร (Bank guarantee) วงเงินตามที่ระบุในสัญญา

5.3.5 เอกสารหรือหนังสือ แสดงผลงานการประกอบกิจการที่ผ่านมา

5.3.6 แผนผังสถานที่ประกอบชิ้นงาน (Yard layout)

5.3.7 รายการอุปกรณ์ เครื่องจักรกลหนักต่าง ๆ ที่จะใช้ในการประกอบชิ้นงาน

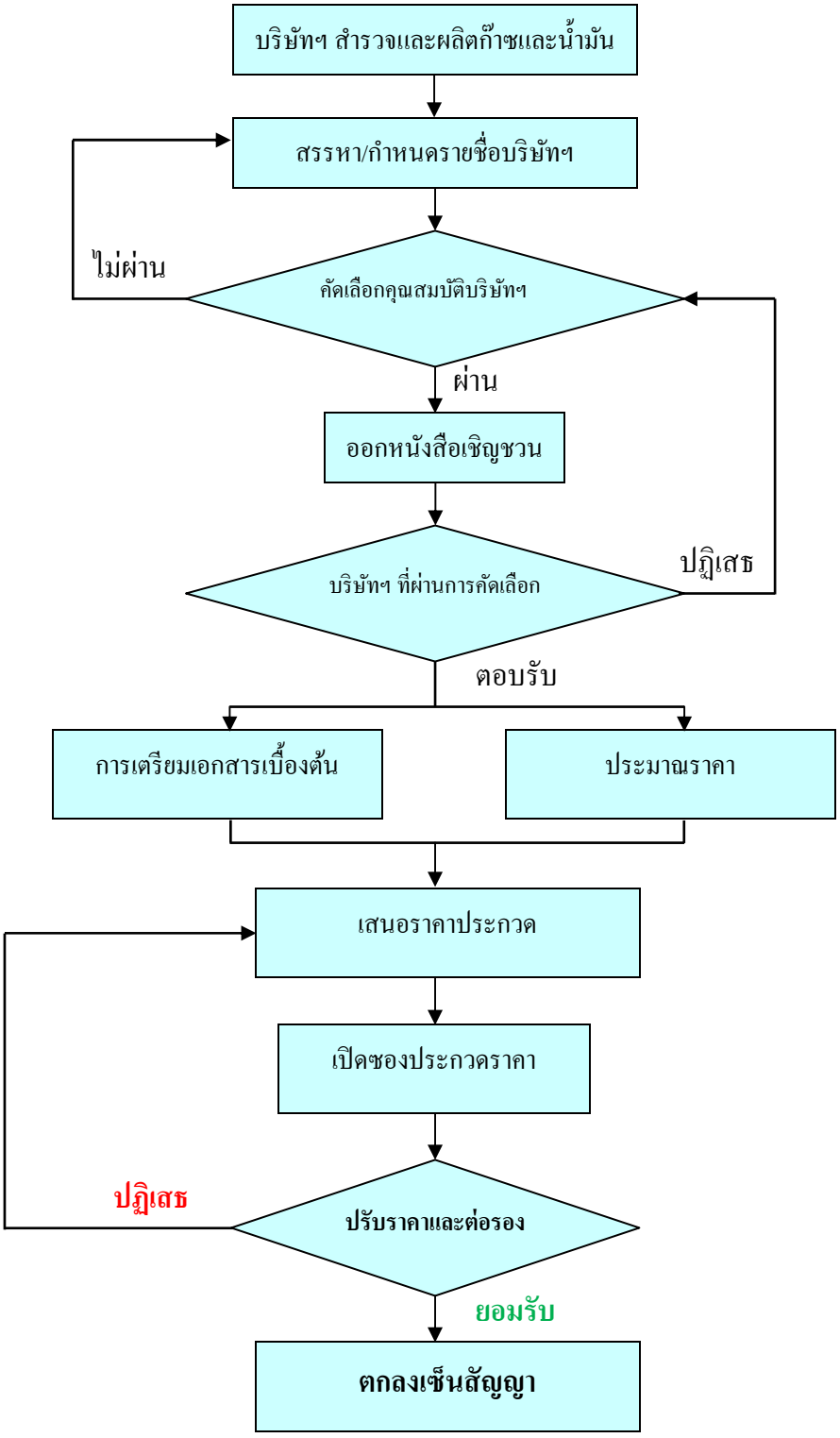
5.3.8 ใบสำคัญการจดทะเบียนในการประกอบกิจการ

5.3.9 ประวัติของบุคคลากรที่สำคัญ (Key personals)

5.3.10 ใบรับรองวิศวกร หรือใบอนุญาติ ก.ว

Russell and Skibniewski (1990) กล่าวไว้ว่า การประกวดราคาแบบจำกัดผู้เข้าร่วมทำการประมูล วิธีการนี้ได้ถูกนำเสนอมาใช้เพื่อลดข้อด้อยของวิธีการประกวดราคาแบบไม่จำกัดผู้เข้าร่วมประมูล คือ การคัดเลือกผู้รับจ้างก่อนการประมูลงานโครงการ จะประกอบไปด้วยการจัดหารายชื่อผู้รับจ้างที่เจ้าของโครงการ หรือบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาเห็นสมควรว่าจะสามารถดำเนินงานได้ แล้วนำมาพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างที่มีความรู้ความสามารถที่เพียงพอจริง ๆ เข้ามาสู่ขั้นตอนต่อไปในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้าง และจะพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างจากกลุ่มของเงื่อนไขที่เจ้าของโครงการและบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาตั้งไว้ การพิจารณาดังกล่าวนี้เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อนการประมูล (Prequalifying)

Hauf (1976); Russell and Skibniewski (1992) มีความเห็นตรงกันว่าข้อเสียของการที่เจ้าของโครงการ ฯ ไม่ทำการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อนการประมูล เจ้าของโครงการอาจจะได้ผู้รับจ้างที่ไม่มีความสามารถเพียงพอเข้ามาทำงาน เช่น ขาดประสบการณ์การเฉพาะด้าน การขาดทุนทรัพย์ เป็นต้น จากการที่ได้ผู้รับจ้างที่ไม่มีความสามารถเพียงพอจะส่งผลให้เป็นการสนับสนุนให้ปัญหาต่าง ๆ ขยายตัวขึ้น



ภาพที่ 2-1 แผนภูมิขั้นตอนการประกวดราคา

Pilcher (1992 อ้างถึงในวิสูตร จิระดำเกิง, 2541) กล่าวไว้ว่า การเจรจาต่อรองกับผู้รับจ้างมีความจำเป็นที่จะใช้ก็ต่อเมื่อ ความเห็นของเจ้าของโครงการ หรือบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาโครงการและผู้รับจ้าง 1 ราย ตกลงทำการเจรจากัน ซึ่งก่อนหน้านี้จะต้องยอมรับเงื่อนไขเบื้องต้นต่าง ๆ ของเจ้าของโครงการแล้ว วิธีเจรจาโดยตรงกับผู้รับจ้างจะเหมาะสมกับงานที่มีลักษณะดังนี้ คือ โครงการที่มีงานส่วนใหญ่ไม่ได้เริ่มต้นพร้อม ๆ กัน โครงการที่มีความต้องการที่จะเริ่มงานให้เร็วกว่าปกติ และโครงการที่มีลักษณะงานที่ง่ายต่อการเข้าใจ

จากภาพที่ 2-1 ในขั้นตอนการปรับราคาและต่อรอง (Commercial negottriat) ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและละเอียดอ่อนสูงสุดในการตัดสินใจทั้งในฝ่ายบริษัทเจ้าของโครงการและบริษัทผู้ประกอบการ การที่บริษัทเจ้าของโครงการได้ทำการคัดเลือกหรือตัดสิน (Contract award) ให้กับบริษัทผู้ประกอบการที่เสนอราคาต่ำสุดจะไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าบริษัทเจ้าของโครงการ ฯ จะประสบความสำเร็จในการจัดซื้อจัดจ้าง และการที่บริษัทผู้ประกอบการที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้ดำเนินงานโครงการนั้น ๆ ก็ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่า บริษัทผู้ประกอบการรายนั้น ๆ จะประสบกับความสำเร็จในการดำเนินโครงการ เนื่องจากว่าการวัดความสำเร็จของงานโครงการนั้นจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อโครงการนั้น ๆ ได้มีดำเนินงานจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

กรณีตัวอย่างที่ 1 ในปี พ.ศ 2554 บริษัทประกอบการหลัก (Main contractor) ได้มีการคัดเลือก (Contract award) ให้กับบริษัทผู้ประกอบการรายย่อย (Sub-contractor) เป็นผู้ดำเนินงานโครงการมูลค่า 45 ล้านบาทโดยมีระยะเวลาในการก่อสร้าง 6 เดือนโดยที่ปราศจาคการตรวจสอบประวัติตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวในข้างต้น และบริษัทผู้ประกอบการรายย่อยไม่ได้ทำการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงทางด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ ในขณะที่บริษัทผู้ประกอบการรายย่อยได้มีการดำเนินงานโครงการได้ประสบกับปัญหาการขาดสภาพคล่องทางการเงิน จึงเป็นเหตุให้บริษัทผู้ประกอบการรายย่อยกระทำการยัดยอกทรัพย์ของบริษัทผู้ประกอบการหลักที่ได้จัดหาให้ (วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง) ไปจำหน่าย และท้ายสุดก็เกิดกรณีฟ้องร้องทางคดี (บันทึกจากประสบการณ์จริงของผู้ทำการวิจัย)

กรณีตัวอย่างที่ 2 ในปี พ.ศ 2555 มีโครงการการก่อสร้างแท่นหลุมผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติบางโครงการ บริษัทเจ้าของโครงการได้มีการคัดเลือก (Contract award) ให้กับบริษัทผู้ประกอบการที่เสนอราคาต่ำสุดได้รับโครงการไปดำเนินด้วยมูลค่า 1,800 ล้านบาท ระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ 18 เดือน และในช่วงระหว่างที่มีการดำเนินงาน บริษัทเจ้าของโครงการพบว่าความคืบหน้าของโครงการมีความล้าช้า (Project delay) จากเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ (Target) เนื่องจากผลการปฏิบัติงานของบริษัทผู้ประกอบการ เป็นเหตุให้บริษัทผู้ประกอบการผิดเงื่อนไขในสัญญาการว่าจ้าง บริษัทเจ้าของโครงการจึงมีจดหมายแจ้งเตือนเพื่อให้มีการปรับปรุงแผนงาน

(Recovery schedule) ไปยังบริษัทผู้ประกอบการรายนั้น และในขณะเดียวกันบริษัทผู้ประกอบการก็ได้ประสบกับปัญหาการขาดสภาพคล่องทางการเงิน และจากการคำนวณทางบัญชีบริษัทประกอบการรายนั้นพบว่าเมื่อเสร็จสิ้นโครงการ (Project completion) จะทำให้บริษัทผู้ประกอบการประสบกับสภาวะขาดทุนถึงขั้นยุติการดำเนินธุรกิจ และในช่วงกลางปี พ.ศ. 2556 บริษัทผู้ประกอบการรายนั้นจึงยินยอมให้บริษัทเจ้าของโครงการยกเลิกสัญญาและยึดงานโครงการนั้นไปให้กับบริษัทผู้ประกอบการรายอื่นไปดำเนินการแทน (บันทึกจากข้อมูลจริงที่ผู้ทำการวิจัยได้รับ)

จากกรณีตัวอย่างทั้ง 2 ที่กล่าวมา จึงทำให้เห็นว่าการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงของโครงการในด้านต้นทุนและระยะเวลาโครงการก่อนการตัดสินใจขั้นสุดท้ายในการต่อรองราคานั้นจึงมีความจำเป็นและสำคัญต่อบริษัทเจ้าของโครงการและบริษัทผู้ประกอบการ เนื่องจากว่าค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการวิเคราะห์ความเสี่ยงจะเป็นตัวชี้วัดในการตัดสินใจที่จะทำให้บริษัทเจ้าของโครงการและบริษัทผู้ประกอบการได้รับรู้ถึงความน่าจะเป็นของโครงการภายใต้ข้อกำหนดทางด้านต้นทุนและระยะเวลาโครงการ ว่ามีปัจจัย (Factors) หรือเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการอย่างไรบ้าง ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอในบทที่ 4

6. สรุป

สัญญาและกระบวนการยุติธรรมในการก่อสร้าง ได้กล่าวถึงสัญญาก่อสร้างในประเภทต่าง ๆ เช่น สัญญาประเภทเหมารวม (Lump sum or fixed–priced contract) สัญญาประเภทราคาต่อหน่วย (Unit price ontract) สัญญาประเภทคิดค่าใช้จ่ายจริงบวกค่าป่วยการ (Cost–plus fixed fee contract) สัญญาประเภทคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดบวกเงินเพิ่มพิเศษ (Cost–plus with guaranteed maximum and incentive) สัญญาประเภทมีรางวัลตอบแทนและเสียค่าปรับ (Bonus/ Penalty, Time and completion) สัญญาประเภทออกแบบก่อสร้างและจัดหาทุนให้ด้วย (Turn key หรือ Design and construct contract)

สัญญาการออกแบบและก่อสร้างมีหลากหลายประเภท และในแต่ละประเภทต่างก็มีข้อดีและข้อเสียอยู่ในตัวสัญญา แต่การเตรียมงานในการประกวดราคาสำหรับการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้างและติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

6.1 การเสนอราคาแบบเหมารวม (Lump sum contract)

6.2 การเสนอราคาแบบราคาต่อหน่วย (Unit price contract)

6.3 การเสนอราคาแบบคิดค่าใช้จ่ายจริงบวกค่าป่วยการ(Cost–plus fixed fee contract)

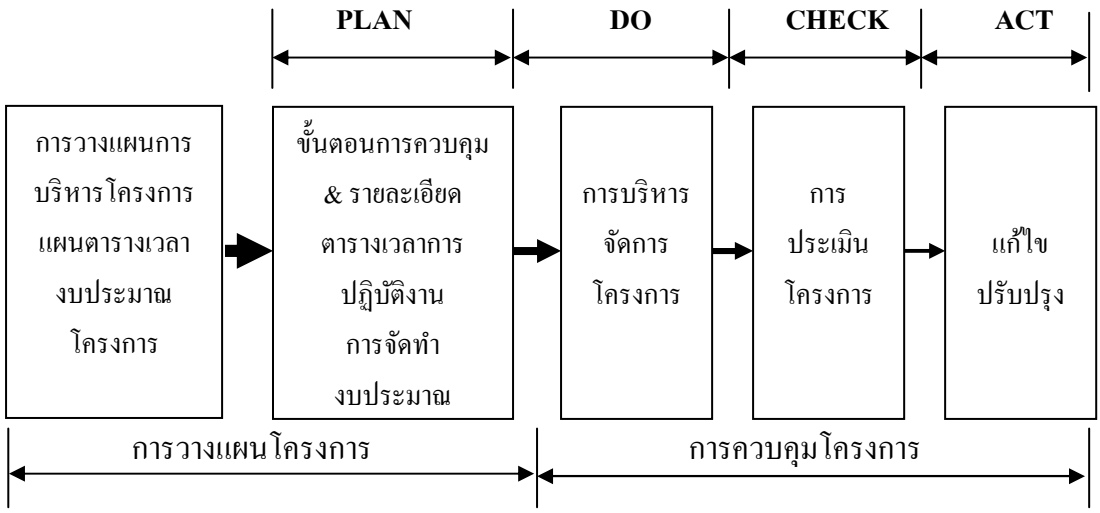
6.4 การประกวดราคาตามสัญญาแบบเบิกตามค่าใช้จ่ายจริง (Reimbursable)

การวางแผนและการควบคุมโครงการก่อสร้าง

เอกสารประกอบการสัมมนา “A Project Management Training Course” (Engineering Advancement Association of Japan, 2012) กล่าวว่า การวางแผนเพื่อที่จะให้โครงการ ฯ ประสบกับความสำเร็จ หมายถึง โครงการได้รับการบริหารและได้รับการจัดการให้แล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการโดยการพิจารณาจาก

1. ได้คุณภาพตามที่กำหนด
2. ทันเวลาที่ต้องการใช้
3. สอดคล้องตามมาตรฐานหลักการชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
4. มีค่าใช้จ่ายภายใต้งบประมาณที่จัดเตรียมไว้

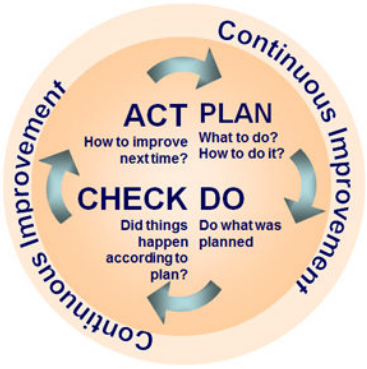
คำว่าได้คุณภาพตามที่กำหนดจะต้องหมายถึง คุณภาพของงานที่สามารถสัมผัสได้ เช่น ความเรียบร้อย ความแข็งแรงตรงตามที่วิศวกรกำหนด ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน เป็นต้น และคุณภาพยังหมายถึง เรื่องกรอบเวลาในโครงการก่อสร้างมักเป็นปัญหาให้กับทีมบริหารโครงการเสมอ ๆ ทั้งนี้การกำหนดการมาตรฐาน หรือข้อกำหนดในโครงการมักมาจากฝ่ายเจ้าของโครงการหรือผู้ใช้งานซึ่งจะกำหนดตามเงื่อนไขทางธุรกิจ เช่น โครงการที่ทำการก่อสร้างในแต่ละโครงการจะต้องกำหนดแผนการหรือเป้าหมายการผลิตและกำหนดตารางเวลาการก่อสร้างที่แน่นอน (สัญญาแบบปลายปิด)โดยการทำการศึกษาผลได้เสียหรือการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) หรือในบางกรณีอิทธิพลการเมืองอาจมีผลต่อการกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการก่อสร้างด้วย ฉะนั้น ทีมงานบริหารโครงการที่ดีย่อมไม่คิดว่า “ทำไม่ได้” แต่ควรคิดว่าจะ “เป็นไปได้” มากกว่า บ่อยครั้งที่ผู้จัดการโครงการจะต้องเปลี่ยนความคิดหรือชักนำให้ผู้ร่วมทีมบริหารโครงการเชื่อว่า “เป็นไปได้” ก่อนที่จะมีการเริ่มดำเนินโครงการ ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการโครงการนั้นง่ายมาก อย่างไรก็ดีผู้ที่เกี่ยวข้องหลักในโครงการก่อสร้าง ซึ่งได้แก่ เจ้าของโครงการและผู้รับเหมามักให้ความสำคัญเรื่องงบประมาณเป็นอันดับต้น ๆ เสมอ โดยในส่วนของงานจะต้องบริหารต้นทุนให้ดี เพราะโครงการก่อสร้างแต่ละโครงการมักต้องการเงินทุนค่อนข้างสูงและต้องอาศัยการสนับสนุนที่ดีจากสถาบันการเงินในรูปของเงินกู้ ซึ่งหากมีการใช้จ่ายเงินมากกว่างบประมาณที่ได้จัดเตรียมไว้ ก็อาจจะส่งผลถึงสภาพคล่องของโครงการซึ่งอาจถึงขั้นต้องหยุดโครงการกลางคันก็ยังมี ในแง่ของผู้รับเหมานั้น เมื่อรับงานมาแล้วย่อมต้องบริหารและดำเนินงานเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขสัญญาจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้เหลือเป็นกำไรสำหรับต้นทุนที่เป็นค่าดำเนินการเพื่อให้องค์การของตัวเองอยู่รอดและเจริญต่อไปได้ โดยที่งานโครงการก่อสร้างจะประสบผลสำเร็จตามคำจัดความที่กล่าวมาได้ย่อมต้องอาศัยการวางแผนอย่างดีของทีมผู้บริหารโครงการ



ภาพที่ 2-2 กระบวนการวางแผนและการบริหารโครงการ (Technology promotion association Thai-Japan, 2012)

จากภาพที่ 2-2 จะเห็นได้ว่ากระบวนการในการดำเนินงานของโครงการสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการวางแผนและส่วนควบคุม ซึ่งจะเกิดเป็นวงรอบอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ ในขั้นตอนแรกของการวางแผนจะเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการทั้งด้านคุณภาพ เวลา และต้นทุน รวมถึงทรัพยากรที่ต้องใช้ แผนงานที่ได้จัดทำไว้แล้วนี้จะเป็นแนวทางปฏิบัติและใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลปฏิบัติโครงการ หากผลการดำเนินการมีการเบี่ยงเบนไปจากแผนที่ได้กำหนดไว้ (Project baseline) ทีมบริหารโครงการก็จะเริ่มดำเนินการแก้ไขให้ได้ตามแผน ทั้งนี้เป้าหมายอาจมีการปรับปรุงใหม่ (Revise baseline) ให้มีความเหมาะสมมากขึ้นในระหว่างที่โครงการก่อสร้างกำลังมีการดำเนินการอยู่ ในวงจรของการวางแผนและการควบคุมโครงการนี้ ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและธุรกิจการบริการ ออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้างการก่อสร้างและการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง ถือเป็นวงจรที่มีคุณค่ายิ่งในการพัฒนามาตรฐานการผลิตโดยในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่าวงจรของเดมมิ่ง (Deming cycle) ประกอบด้วย การวางแผน (Plan) ว่าจะทำอะไรและจะทำอย่างไร จากนั้นนำแผนไปปฏิบัติ (Do) ในขณะดำเนินงานอยู่นี้จะมีการตรวจ (Check) เพื่อประเมินดูผลการปฏิบัติว่าได้ตามแผนหรือไม่และหากไม่ได้มีการดำเนินการทีมบริหารและควบคุมก็จะต้องตัดสินใจแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น ๆ (Action) หากการบริหารโครงการก่อสร้างได้นำวงจรของเดมมิ่งนี้ไปประยุกต์ใช้ จะทำให้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน นับเป็นการยกมาตรฐานของงานขึ้นไปอีก ทั้งนี้จะต้อง

มีระบบบันทึกที่ดีสำหรับปัญหาและวิธีการแก้ไขต่าง ๆ เพื่อสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประกอบการปรับปรุงแก้ไขส่วนงานที่บกพร่องต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

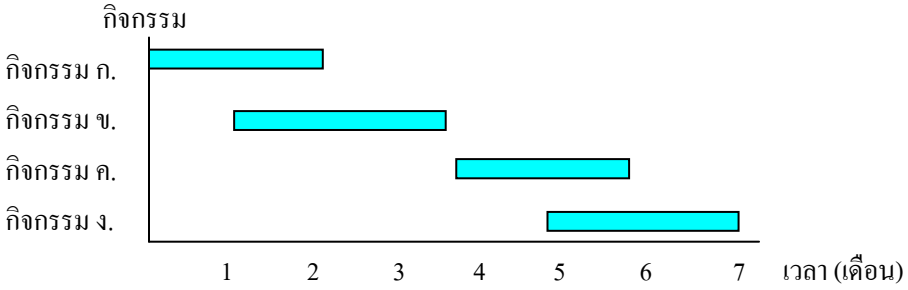


ภาพที่ 2-3 วงจรของเดมมิ่ง (Katie Gerard, on Apr 02, 2013)

1. แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิค PERT และ CPM

แนวคิดเกี่ยวกับ PERT และ CPMในการบริหารงานโครงการขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ มากมายจึงจำเป็นจะต้องมีการวางแผน กำหนดขั้นตอนในการทำงาน การควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการเป็นอย่างดี ในปัจจุบันเทคนิคของการบริหารโครงการที่นิยมใช้กันได้แก่ Gantt chart, เทคนิค PERT และ CPM

แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) เป็นเทคนิคที่คิดขึ้นในปี พ.ศ. 2460 โดย Henry L Gantt เพื่อใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับเวลาใน Gantt chart จะใช้แท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนกิจกรรมแต่ละกิจกรรมที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่เวลาต่าง ๆ กันดังในภาพข้างล่าง



ภาพที่ 2-4 แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart)

จากแผนภูมิจะเห็นว่าแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้แสดงกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนั้น จะบอกถึงระยะเวลาที่ใช้ มีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดที่แน่นอน ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม เช่น กิจกรรม ก. ใช้เวลาทำงาน 2 เดือน เริ่มต้นที่ เดือนที่ 1 และสิ้นสุดเดือนที่ 2 กิจกรรม ข. ใช้เวลา 2 เดือนครึ่ง เริ่มต้นที่เดือนที่ 2 สิ้นสุดที่กลางเดือนที่ 3 เป็นต้น แต่ Gantt chart ยังไม่สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เทคนิค PERT และ CPM จึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า

2. ความเป็นมาของ PERT และ CPM

PERT พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2501 โดยกองทัพเรือสหรัฐร่วมกับ บูซ แอลเลน และ แฮมิลตัน (Booz Allen and Hamilton) และล๊อกฮีด แอร์คราฟต์ (Lockheed Aircraft) เพื่อที่จะใช้ในการบริหารโครงการขีปนาวุธโพลาริส (Polaris) ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่ประกอบด้วยผู้รับเหมาหลัก และผู้รับเหมาช่วงมากกว่า 9,000 ราย โดยที่ลักษณะของโครงการเป็นการวิจัยและพัฒนา และมีการผลิตส่วนประกอบใหม่ ๆ ซึ่งไม่เคยมีผู้ใดผลิตมาก่อน ดังนั้น การประมาณระยะเวลาในการดำเนินการต่าง ๆ ในโครงการจึงไม่สามารถกำหนดลงไปได้แน่นอนตายตัว จำเป็นต้องนำเอาแนวความคิดของความน่าจะเป็น (Probability concept) เข้ามาประกอบด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า จุดเด่นของ PERT คือการสามารถนำไปใช้กับโครงการที่มีเวลาดำเนินงานไม่แน่นอน

CPM พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2500 โดยเคลลี (J.E. Kelly) แห่งเรมิงตัน แรนด์ (Remington Rand) ร่วมกับวอล์กเกอร์ (M.R. Walker) แห่งบริษัทดูปองต์ (DuPont) เพื่อใช้ในโครงการก่อสร้างและซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงานเคมี โดยเน้นในด้านการวางแผนและควบคุมเวลา ตลอดจนต้นทุนของโครงการ CPM มักจะนำไปใช้กับโครงการที่ผู้บริหารเคยมีประสบการณ์มาก่อน และสามารถประมาณเวลารวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการได้แน่นอน

3. ความแตกต่างระหว่าง PERT และ CPM

ข้อแตกต่างที่ชัดเจนระหว่าง PERT และ CPM คือ เวลาในการทำกิจกรรม กล่าวคือ เวลาในการทำกิจกรรมของ PERT จะเป็นเวลาโดยประมาณ ซึ่งคำนวณได้ด้วยการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น PERT จึงใช้กับโครงการที่ไม่เคยทำมาก่อนหรือโครงการซึ่งไม่สามารถเก็บรวบรวมเวลาของการทำกิจกรรมได้ เช่น โครงการพัฒนาวิจัย ส่วน CPM นั้น เวลาที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นเวลาที่แน่นอน ซึ่งจะคำนวณได้จากข้อมูลที่เคยทำมาก่อน เช่น อัตราการทำงานของงานแต่ละประเภท อัตราการทำงานของเครื่องจักรกล เป็นต้น CPM จึงใช้กับโครงการที่เคยทำมาก่อน ซึ่งมีความชำนาญแล้ว เช่น งานออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เช่น โรงไฟฟ้า เขื่อน และถนน เป็นต้น

4. โครงข่ายงาน (Network)

โครงข่ายงาน (Network) คือ แผนภูมิหรือไดอะแกรมที่เขียนขึ้นแทนกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำในโครงการ โดยจะแสดงถึงลำดับก่อนหลังของกิจกรรม

เทคนิค PERT และ CPM จะใช้ ⟶ และ ◯ มาช่วยในการทำงานโดยมีหลักเกณฑ์ในการเขียนโครงข่ายงาน ดังนี้

5. หลักเกณฑ์การเขียนโครงข่ายงาน

5.1 งาน 1 งาน จะเขียนแทนด้วยลูกศร 1 อัน ซึ่งมักเป็นเส้นตรง

5.2 ที่หัวลูกศรและหางลูกศรจะต้องมีวงกลมติดอยู่ที่เรียกว่า เหตุการณ์ (Even หรือ Node) ① $\xrightarrow{A,4}$ ② โดยที่ ◯ แทนจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของการทำกิจกรรม ซึ่งวงกลมจะมีตัวเลขกำกับโดยเริ่มจากเลขน้อยอยู่ทางซ้ายของโครงข่ายงาน และเลขมากอยู่ทางขวาของโครงข่ายงาน และ ⟶ แทนกิจกรรมที่ต้องทำ บนลูกศรจะมีอักษรและตัวเลขกำกับซึ่งโดยทั่วไปอักษร (A) จะแทนรหัสของกิจกรรม ส่วนตัวเลข (4) จะแทนเวลาที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม ◯----▸◯ เส้นประที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงถึงกิจกรรมสมมติ (Dummy activity) คือเป็นกิจกรรมที่ไม่มีตัวตนจริง ๆ ในโครงการแต่นำมาใส่ในโครงข่ายงานเพื่อช่วยในการแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมบางกิจกรรมให้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง

5.3 จุดเริ่มต้นหรือเหตุการณ์เริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของโครงข่ายงาน มีเพียง 1 จุด

5.4 โครงข่ายงานต้องมีเพียงจุดเดียวหรือเหตุการณ์เดียวในการเขียนโครงข่ายงาน หรือผังลูกศรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

5.4.1 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้อง ทำก่อน บ้าง

5.4.2 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้อง ทำหลังจากงานนี้ บ้าง

5.4.3 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้อง ทำไปพร้อม ๆ กับงานนี้ บ้าง

5.4.4 งานที่เริ่มต้นจากจุดเดียวกันจะสิ้นสุดที่เหตุการณ์เดียวกันไม่ได้ ซึ่งในที่นี้ต้องใช้งานหุ่น (Dummy activity) เข้าช่วยโดยงานหุ่นจะเป็นลูกศรเส้นประงานหุ่นนี้มีระยะเวลาของงานเป็นศูนย์

5.4.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้งานหุ่น (Dummy activity)

5.4.6 พยายามหลีกเลี่ยงลูกศรตัดกัน

กรณีตัวอย่างที่จะใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ คือ โครงการการพัฒนาแหล่งน้ำมันดิบแห่งหนึ่งในทะเลอ่าวไทย (ดูภาพประกอบในภาคพนวก ค) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกิจกรรมเบื้องต้นต่าง ๆ ดังนี้

Preliminary design หรือการออกแบบเบื้องต้น เป็นกิจกรรมที่ต่อยอดมาจาก FEED (Front-end-engineering-design) เพื่อที่จะให้ทราบถึงปริมาณงาน (Bill of quantity: BOQ) ที่มีในแต่ละแผนกโดยคร่าว ๆ เช่น ปริมาณวัสดุ จำนวนแบบรูปที่จะต้องใช้ และรายการ Long lead items ที่จะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Engineering design หรือการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นกิจกรรมที่จะกระหลังจาก Preliminary design แล้วเสร็จและเป็นการออกแบบในรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมเพื่อให้ได้รูปแบบตามหลักวิชาการหรือทฤษฎีทางวิศวกรรมที่ได้กำหนดไว้ สามารถคำนวณหาปริมาณงานที่เป็นจริงได้ตามแบบรูปและข้อกำหนดตามมาตรฐานงานวิศวกรรม และสามารถนำข้อมูลไปทำการจัดซื้อจัดจ้างได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดซื้อวัสดุที่มีการจัดส่งไม่ยาวนานมากนักสามารถสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศได้ ซึ่งวัสดุเหล่าเรียกว่า Bulk items และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 6 เดือนโดยประมาณ

Shop drawing หรือแบบรูปในการประกอบชิ้นงาน เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Engineering detailed แล้วเสร็จเพื่อที่จะให้ทราบถึงรายละเอียดในการประกอบและติดตั้งชิ้นงานต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ถูกต้อง และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Long lead items หรือรายการที่มีระยะเวลาในการจัดซื้อจัดจ้างที่ยาวนานและเป็นกิจกรรมในส่วนของการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และมีระยะเวลาในการจัดส่งที่ยาวนานเนื่องจากผู้จัดจำหน่ายเป็นบุคคลคนเดียวกันกับผู้ผลิต และจะมีการผลิตตามคำสั่งซื้อเท่านั้น (Make to oder) จะไม่มีสินค้าคงคลัง (Ex-stock) การจัดส่งจะเป็นการส่งทางเรือ (Sae freight) เนื่องจากขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงานตั้งแต่แรกเริ่มจัดหาวัสดุและอุปกรณ์นั้น ๆ มาถึงโรงประกอบชิ้นงานหรือ ไซด์งานจะใช้เวลาในการทำงานถึง 12 เดือนโดยประมาณ

Bulk items หรือรายการวัสดุที่มีระยะเวลาในการจัดซื้อจัดจ้างที่ใช้ระยะเวลาไม่ยาวนานมากนัก เช่น เหล็กโครงสร้าง (Steel structure) ท่อระบบ (Piping) ข้อต่อ (Fitting) หน้าแปลน (Flange) รางเดินสายไฟ (Cable tray & ladder) สายไฟฟ้ากำลัง (Power cable) สายส่งและรับสัญญาณ (Control cable) และสายดิน (Earthing cable) เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Engineering detailed แล้วเสร็จเป็นการทำงานในส่วนของการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุอุปกรณ์ที่สั่งซื้อจากผู้จัดจำหน่ายภายในประเทศใช้ระยะเวลาในการจัดส่งที่ไม่ยาวนานเพื่อให้ได้มาซึ่งวัสดุที่จะต้องนำมาประกอบ

ชิ้นงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานโครงสร้างและงานท่อระบบ และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Structural fabrication หรือการประกอบงานโครงสร้าง เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Shop drawing แล้วเสร็จและรายการ Bulk items ได้มีการจัดส่งมาถึงโรงประกอบชิ้นงานหรือไซด์งานเป็นบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Structural erection หรือการติดตั้งงานโครงสร้าง เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Structural fabrication แล้วเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 2 เดือน

Piping fabrication หรือการประกอบท่อระบบ เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Shop drawing แล้วเสร็จและรายการ Bulk items ได้มีการจัดส่งมาถึงโรงประกอบหรือไซด์งานบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Piping erection หรือการติดตั้งท่อระบบ เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Piping fabrication และ Structural erection แล้วเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 4 เดือนโดยประมาณ

Mechanical installation หรือการติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตตามที่ได้ออกแบบไว้ เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Structural erection แล้วเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดและรายการ Long lead items ได้มีการจัดส่งมาถึงโรงประกอบชิ้นงานหรือไซด์งานบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 6 เดือนโดยประมาณ

E&I installation หรือการติดตั้งงานไฟฟ้าและระบบควบคุม เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Structural erection, Piping erection และ Mechanical installation แล้วเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดและรายการ Bulk items และ Long lead items เช่น ระบบวัดและระบบควบคุมต่าง ๆ ได้มีการจัดส่งมาถึงโรงประกอบชิ้นงานหรือไซด์งานบางส่วนหรือทั้งหมด และในกิจกรรมนี้จะใช้เวลาในการทำงาน 6 เดือนโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการส่งมอบของอุปกรณ์แต่ละชนิด

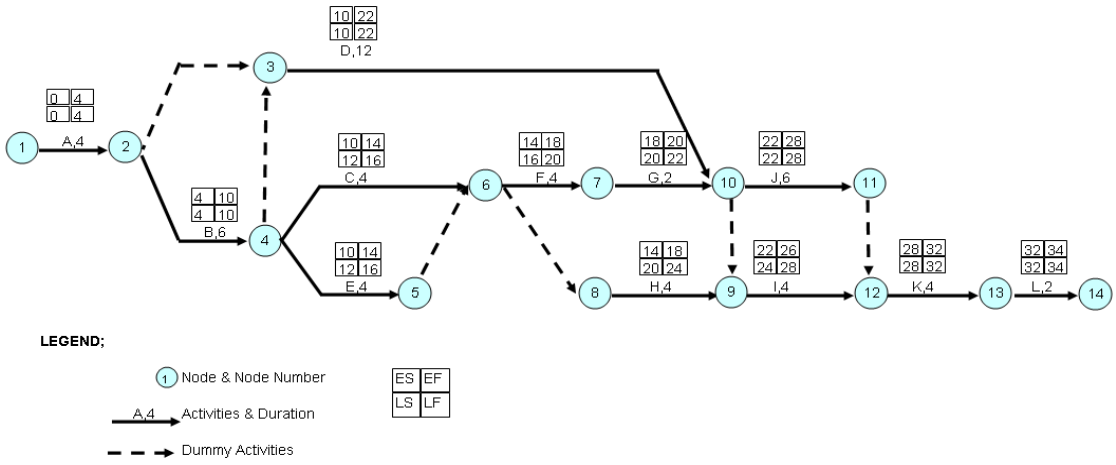
Testing & commissioning หรือการทดสอบและตรวจสอบ เป็นกิจกรรมที่จะต้องกระทำหลังจาก Piping erection, Mechanical installation และ E&I installation แล้วเสร็จทั้งหมดหรือบางส่วน เพื่อที่จะทำการตรวจสอบความพร้อมของระบบต่าง ๆ ที่ได้ทำการติดตั้งแล้วเสร็จว่ามีความพร้อมในการทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

จากรายละเอียดของงานโครงการตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น จะต้องนำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นมาจัดทำตารางกิจกรรมของโครงการพร้อมทั้งกำหนดกิจกรรมที่จะต้องทำก่อน-หลังเพื่อให้สอดคล้องและสมเหตุสมผลกับความเป็นจริง ดังตารางที่ 2-1 เพราะถ้าหากไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้การคำนวณหางานวิกฤติ (Critical activity) และเส้นทางวิกฤติ (Critical path) ของโครงการนั้น ๆ ผิดเพี้ยนไป กล่าวคือ จะทำให้ระยะเวลาสิ้นสุด (Last time: T_L) ไม่เป็นจริง เช่น ระยะเวลาสิ้นสุดอาจจะสั้นหรือยาวนานกว่าความเป็นจริง และที่สำคัญจะทำให้ตัวชี้วัดหรือตัวบ่งชี้ถึงความเสี่ยงและค่าตัวแปรหรือค่า Parameter ต่าง ๆ ตลอดจนค่าความน่าจะเป็นของโครงการที่ได้จากแบบจำลองจะไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ตารางที่ 2-1 กิจกรรมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำมันดิบแห่งหนึ่งในทะเลอ่าวไทย

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม	กิจกรรมทำก่อน	ใช้เวลา (เดือน)
A	Preliminary design	-	4
B	Engineering detailed	A	6
C	Shop drawing	B	4
D	Long lead items	A,B	12
E	Bulk items	B	4
F	Structural fabrication	C,E	4
G	Structural erection	C,F	2
H	Piping fabrication	C,E	4
I	Piping erection	D,G,H	4
J	Mechanical installation	D,G	6
K	E & I installation	I,J	4
L	Testing & Commissioning	K	2

จากตารางที่ 2-1 จะต้องนำข้อมูลไปสร้างโครงข่าย CPM ทั้งนี้เพื่อที่จะให้ทราบถึงความสัมพันธ์กันในแต่ละกิจกรรมว่ามีกิจกรรมไหนบ้างที่เป็นกิจกรรมที่จะต้องทำก่อนหน้า (Predecessor) และมีกิจกรรมไหนบ้างที่จะต้องทำทีหลัง (Successor) เพื่อให้ทราบถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรม ตลอดจนระยะเวลาทั้งหมดของโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 การสร้างโครงข่ายแบบ (Activity-on-Arrow หรือ AOA)

6. การวิเคราะห์ข่ายงาน (Network analysis)

เมื่อทำการสร้างโครงข่ายงานเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์โครงข่ายงานที่สร้างขึ้น เพื่อหาสายงานวิกฤติ ซึ่งก็คือ งานต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ เป็นงานที่กำหนดและควบคุมการเสร็จสิ้นของโครงการ ซึ่งสายงานวิกฤตินี้จะมีระยะเวลายาวนานที่สุดของโครงการ ซึ่งระยะเวลาการดำเนินของสายงานวิกฤติ เรียกว่าระยะเวลาวิกฤติ (Critical time)

7. การคำนวณหาสายงานวิกฤติ (Critical path)

การคำนวณสายงานวิกฤติของเทคนิค PERT และ CPM นั้นไม่ต่างกัน แต่ในที่นี้จะเริ่มจากการศึกษาวิธีการของ CPM ก่อน เนื่องจาก CPM นั้นมีระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่แน่นอน

7.1 เทคนิค CPM เมื่อทำการสร้างโครงข่ายงานเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์โครงข่ายงานที่สร้างขึ้นเพื่อหาเส้นทางวิกฤติ (Critical path) ซึ่งประกอบด้วยงานต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ หรืองานวิกฤติ (Critical activity) ซึ่งนับเป็นงานที่กำหนดและควบคุมการเสร็จสิ้นของโครงการ เนื่องจากถ้าหากงานเหล่านี้ล่าช้าไปจะทำให้โครงการเสร็จช้าไปด้วย ส่วนงานที่ไม่วิกฤติ (Non-critical activity) เป็นงานที่อาจล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ได้ในช่วงเวลาหนึ่งโดยไม่กระทบกระเทือนต่อเวลาเสร็จสิ้นโครงการ

งานวิกฤติ (Critical activities) คือ งานที่มีเวลาเหลือทั้งหมดเป็น 0 (TF = 0) ซึ่งเป็นงานที่ควบคุมการเสร็จสิ้นของโครงการ

เส้นทางวิกฤติ (Critical path) คือ เส้นทางที่เป็นเส้นทางของงานวิกฤติ และเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาในการดำเนินโครงการที่ยาวนานที่สุด และในแต่ละกิจกรรมที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติจะนำไป

คำนวนถึงความน่าจะเป็นของโครงการตามแบบเทคนิค PERT และในแต่ละงานวิกฤติจะถูกระบุและขึ้นทะเบียนความเสี่ยงในแบบจำลองความเสี่ยงเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ประเมิณผลต่อไป ซึ่งจะได้กล่าวไว้ในบทที่ 4

ตารางที่ 2-2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดงาน

สัญลักษณ์		ความหมาย
ES	Earliest start	เวลาเร็วที่สุดที่จะเริ่มต้นทำกิจกรรมได้
LS	Late start	เวลาช้าที่สุดที่จะเริ่มต้นทำกิจกรรมนั้น ๆ โดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป
EF	Earliest finish	เวลาเสร็จสิ้นอย่างเร็วที่สุดของแต่ละกิจกรรม
LF	Latest finish	เวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของแต่ละกิจกรรมโดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป
TF	Total float	เวลารวมที่กิจกรรมจะล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาของโครงการ
FF	Free float	ระยะเวลาที่กิจกรรมจะล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาของโครงการ
T	Time	เวลาทำงานของกิจกรรม

การคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (ES) และเวลาเสร็จสิ้นเร็วที่สุด (EF)

$$EF = ES + T$$

$$ES = \max (EF \text{ ของกิจกรรมที่ทำก่อนหน้า})$$

การคำนวณหาเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด (LS) และเวลาเสร็จสิ้นช้าที่สุด

$$LS = LF - T$$

$$LF = \min (LS \text{ ของกิจกรรมที่ตามมา})$$

การคำนวณหาเวลาที่เหลือทั้งหมด (Total float): TF คือ จำนวนเวลาที่เหลือที่งานจะเลื่อนออกไปได้ โดยที่ไม่ทำให้โครงการเสร็จช้ากว่ากำหนด

TF = LS - ES

TF = LF - EF

การคำนวณหาเวลาที่เหลืออิสระ (Free float): FF คือ จำนวนเวลาที่เหลือที่งานจะเลื่อนออกไปได้ โดยที่ไม่มีผลกระทบกับงานถัดไป

FF = ES ของงานที่ตามมา – EF

ตารางที่ 2-3 การคำนวณหา 0 Float หรือกิจกรรมวิกฤติ

Activities	Duration	ES	EF	LS	LF	Float
A	4	0	4	0	4	0
B	6	4	10	4	10	0
C	4	10	14	12	16	2
D	12	10	22	10	22	0
E	4	10	14	12	16	2
F	4	14	18	16	20	2
G	2	18	20	20	22	2
H	4	14	18	20	24	6
I	4	22	26	24	28	2
J	6	22	28	22	28	0
K	4	28	32	28	32	0
L	2	32	34	32	32	0

7.2 เทคนิค PERT เป็นแผนงานที่สามารถแสดงภาพรวมของโครงการด้วยโครงข่ายงาน (Network) โดยแสดงกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการ ลำดับการทำงานก่อนหลัง และความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

7.2.1 วางแผนโครงการ (Project planning) โดยจะทำการคำนวณระยะเวลาการทำงาน และแสดงถึงกิจกรรมแต่ละกิจกรรมว่าควรเริ่มเมื่อใดแล้วเสร็จเมื่อใดและสามารถกำหนดได้ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมสำคัญ ทำงานล่าช้าไม่ได้ หรือล่าช้าได้ไม่เกินเท่าใด

7.2.2 ควบคุมโครงการ (Project control) สามารถควบคุมการทำงานตามแผนที่ได้วางไว้ และควบคุมการทำงานไม่ให้ล่าช้ากว่ากำหนด

7.2.3 บริหารทรัพยากร (Resource management) กล่าวคือ สามารถใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เช่น เงินลงทุน บุคลากร เครื่องมือ อุปกรณ์ และอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประโยชน์อย่างเต็มที่

7.2.4 บริหารโครงการ (Project management) งานที่ดำเนินการอยู่อาจจำเป็นต้องเร่งการดำเนินการเพื่อแล้วเสร็จก่อนกำหนด

7.3 เทคนิค PERT จะแตกต่างจากเทคนิค CPM อย่างเดียว คือ ระยะเวลาของการปฏิบัติงานไม่สามารถกำหนดลงไปแน่นอนได้ต้องมีการประมาณค่าของระยะเวลาปฏิบัติงานของแต่ละงาน ดังนั้น เทคนิค PERT เป็นตัวแบบที่ไม่แน่นอน (Probabilistic model) เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแต่ละงานที่จะนำมาพิจารณาในเทคนิค PERT มี ดังนี้

7.3.1 กิจกรรม (Activity) เป็นส่วนประกอบของงานที่กระทำในแต่ละโครงการ ซึ่งต้องใช้เวลาและทรัพยากร

7.3.2 เหตุการณ์ (Event) เป็นจุดเฉพาะในแต่ละโครงการ โดยปกติจะใช้แทนการเริ่มต้นหรือการแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม (Activity) แต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นไม่เกี่ยวข้องกับเวลาและการกระทำ

7.3.3 โครงข่ายงาน (Network) เป็นภาพแสดงที่ใช้แทนโครงการหนึ่ง ๆ โดยเขียนเป็นความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันของเหตุการณ์และกิจการต่าง ๆ

7.3.4 เวลาแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

7.3.4.1 ระยะเวลาที่เสร็จเร็วที่สุด (Optimistic time) ใช้สัญลักษณ์ a

7.3.4.2 ระยะเวลาที่เสร็จช้าที่สุด (Pessimistic time) ใช้สัญลักษณ์ b

7.3.4.3 ระยะเวลาที่เสร็จบ่อยๆครั้งที่สุด (Most likely time) ใช้สัญลักษณ์ m

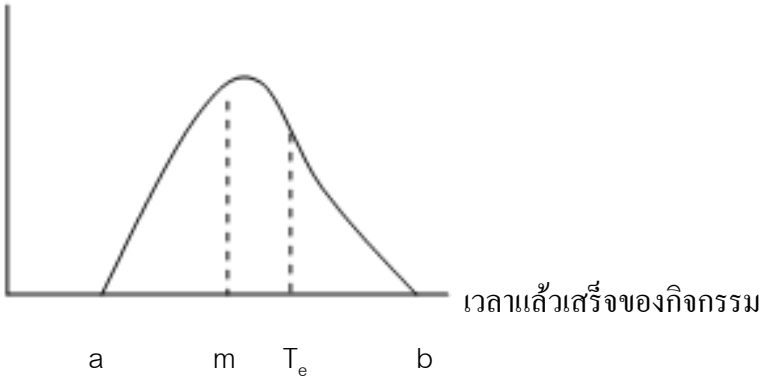
7.3.5 เวลาคาดหมาย (Expected time, Te) คือ การคาดคะเนเวลาที่ใช้ทำงานของกิจการหนึ่ง ๆ จนกระทั่งแล้วเสร็จ ซึ่งได้หลักทางสถิติมาใช้ในการคำนวณหาค่าเวลาคาดหมายโดยใช้ค่าเวลาที่ประมาณไว้ตามหัวข้อที่ 7.3.4

7.3.6 เส้นทางวิกฤติ (Critic path) คือ วิถีของข่ายงานที่ต้องใช้เวลาทำงานนานที่สุดจึงเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามตัวอย่างการเขียน PERT แสดงดังภาพที่ 2-6

ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเทคนิค PERT มีค่าไม่แน่นอน ซึ่งจะมีการแจกแจงความน่า จะเป็นในรูปแบบ เบต้า (Beta distribution) ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ย (T_e) จากสมการที่ (1) และความแปรปรวน (σ^2) ของกิจกรรมจากสมการที่ (2)

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2\text{-}1)$$

$$\sigma^2 = \left[\frac{b - a}{6}\right]^2 \quad (2\text{-}2)$$



ภาพที่ 2-6 ระยะเวลาของ PERT

ตารางที่ 2-4 ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม	กิจกรรมทำก่อน	เวลา (เดือน)		
			a	m	b
A	Preliminary design	-	2	4	6
B	Engineering detailed	A	4	6	8
C	Shop details	B	2	4	6
D	Long lead items	A,B	10	12	14
E	Bulk items	B	2	4	6
F	Structural fabrication	C,E	2	4	6
G	Structural erection	C,F	2	2	2
H	Piping fabrication	C,E	2	4	6
I	Piping erection	D,G,H	2	4	6
J	Mechanical installation	D,G	4	6	8
K	E & I installation	I,J	2	4	6
L	Testing & Commissioning	K	2	2	2

T_e = ระยะวลาที่คาดหวัง (Time estimate)

σ^2 = ค่าความแปรปรวน (Variance)

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

นำค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนมาหาค่ามาตรฐานจากสมการที่ (2-3)

$$Z = \frac{ST - \sum Te}{\sqrt{\sum \sigma^2}} \qquad (2\text{-}3)$$

ตัวอย่างที่ 2-1 การคำนวณหาค่า Te และ ค่า σ^2 ของกิจกรรม A ถึง L

สมการ $T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$ สมการ $\sigma^2 = \left[\frac{b - a}{6}\right]^2$

$T_e = \frac{2 + 4(4) + 6}{6}$ $\sigma^2 = \left[\frac{6 - 2}{6}\right]^2$

$T_e = 4$ $\sigma^2 = 0.44$

ตารางที่ 2-5 ค่า T_e และ ค่า σ^2 ของกิจกรรม

กิจกรรม	เวลา			T_e	σ^2
	a	m	b		
A	2	4	6	4	0.44
B	4	6	8	6	0.44
C	2	4	6	4	0.44
D	10	12	14	12	0.44
E	2	4	6	4	0.44
F	2	4	6	4	0.44
G	2	2	2	2	0.00
H	2	4	6	4	0.44
I	2	4	6	4	0.44
J	4	6	8	6	0.44

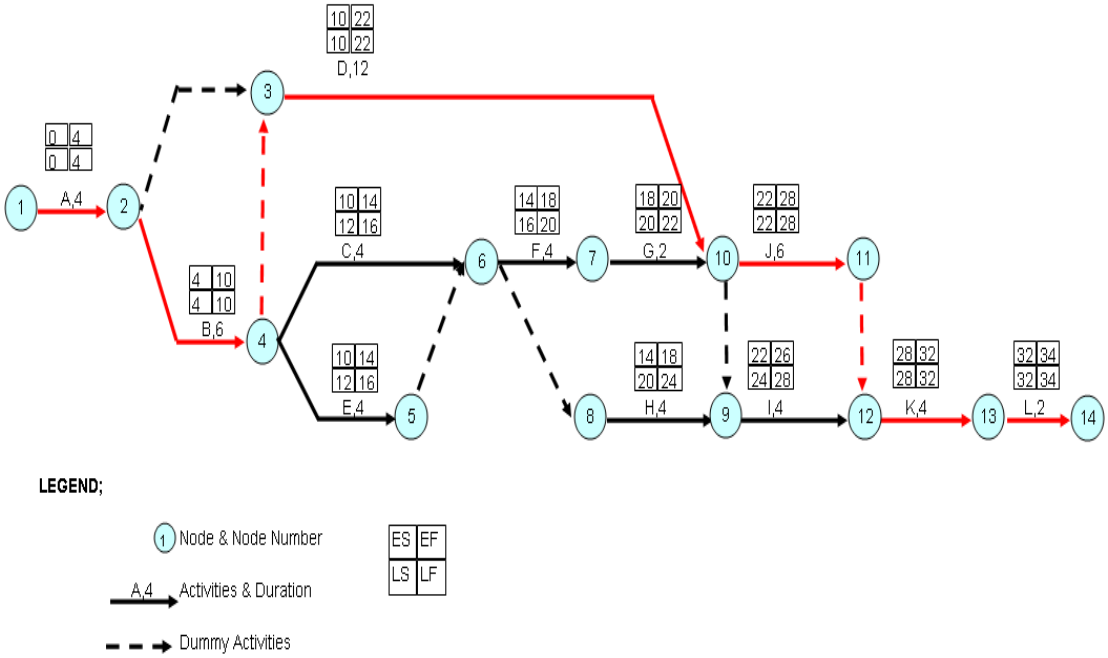
ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

กิจกรรม	เวลา			T_e	σ^2
	a	m	b		
K	2	4	6	4	0.44
L	2	2	2	2	0.00

ตารางที่ 2-6 เส้นทางวิกฤติ (Critical path)

เส้นทาง	กิจกรรม	$\sum Te$	$\sum \sigma^2$	Critical
I	A-B-D-J-K-L	28	1.76	NC
II	A-B-D-J-K-L	34	2.2	C
III	A-B-C-F-G-J-K-L	32	2.64	NC
IV	A-B-C-F-G-I-K-L	30	2.64	NC
V	A-B-C-H-I-K-L	28	2.64	NC
VI	A-B-E-F-G-J-K-L	32	2.64	NC
VII	A-B-E-F-G-I-K-L	30	2.64	NC
VIII	A-B-E-H-I-K-L	28	2.64	NC

หมายเหตุ: กำหนดให้วันที่ 16 กรกฎาคม 2557 (16 July 2014) เป็นวันแรกที่เริ่มดำเนินงานโครงการ และกำหนดให้วันที่ 1 พฤษภาคม 2560 (1 May 2017) รวมระยะเวลาทั้งสิ้นเท่ากับ 34 เดือน



ภาพที่ 2-7 เส้นทางวิกฤติ (Critical path)

การคำนวณหาค่าแจกแจงปกติหรือค่า Z (Z: Normal distribution)

จากสมการ $Z = \frac{ST - \sum Te}{\sqrt{\sum \sigma^2}}$, โดยที่ ST คือ เวลาของโครงการที่กำหนดขึ้น

จากตารางที่ 2-6 เราทราบว่าเส้นทางที่ยาวนานที่สุด (Critical path) คือ เส้นทางที่ II มีระยะเวลาในการดำเนินการทั้งหมด T_e = 34 เดือนและมีค่าความแปรปรวน (σ^2) เท่ากับ 2.2

กรณีที่ 1 กำหนดให้ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งหมดต้องแล้วเสร็จภายใน 34 เดือน และใน

กรณีที่ 2 กำหนดให้ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งหมดต้องแล้วเสร็จภายใน 36 เดือน เราสามารถหาความเป็นไปได้ (Pobability) ของทั้ง 2 กรณีได้ดังนี้

กรณีที่ 1 จาก $Z = \frac{ST - \sum Te}{\sqrt{\sum \sigma^2}}$ โดยที่ ST = 34, $\sum Te$ = 34 และ $\sum \sigma^2$ = 2.2

$$Z = \frac{34 - 34}{\sqrt{2.2}}$$

$$Z = 0$$

จากตารางค่า Z เราจะได้ความน่าจะเป็นของโครงการที่จะแล้วเสร็จในระยะเวลา 34 เดือน = 0.5 หรือ = 0.5 x100 = 50.00%

กรณีที่ 2 ST = 36, $\sum Te$ = 34 และ $\sum \sigma^2$ = 2.2

$$Z = \frac{36-34}{\sqrt{2.2}}$$

Z = 1.348

จากตารางค่า Z เราจะได้ความน่าจะเป็นของโครงการที่จะแล้วเสร็จในระยะเวลา 36 เดือน = 0.90988 หรือ = 0.90988 x100 = 90.99%

ตารางที่ 2-7 ค่า Z (Standard normal distribution: Table values represent AREA to the LEFT of the Z score)

Z	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62171	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189

8. สรุป

วิธีการและแนวคิดเกี่ยวกับ PERT และ CPM เป็นความรู้พื้นฐานที่ผู้ทำวิจัยจะนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) ในรูปของแผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) จากตัวอย่างในการคำ นวณหาค่าความน่าจะเป็นไปได้ (Probabilistic model) ในด้านระยะเวลาของโครงในการ

สร้างจากสมการทางคณิตศาสตร์ในทางเทคนิคพื้นฐานของ PERT และคำตอบที่ได้ในกรณีที่ 1 คือ ความน่าจะเป็นของโครงการที่จะแล้วเสร็จในระยะเวลา 34 เดือนมีโอกาสเป็นเป็นไปได้ 50.00% และความน่าจะเป็นของโครงการที่จะแล้วเสร็จในระยะเวลา 36 เดือนมีโอกาสเป็นเป็นไปได้ 90.99% สำหรับ กรณีที่ 2

จากคำตอบที่ได้รับทั้งในกรณีที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการคำนวณทางสมการคณิตศาสตร์ของเทคนิค PERT ไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าค่าความเป็นไปได้ที่โครงการที่จะไม่แล้วเสร็จมีสาเหตุมาจากอะไร และมีปัจจัยอะไรบ้างที่จะมีผลกระทบต่อค่าความเป็นไปได้ที่โครงการจะไม่แล้วเสร็จ ทั้งนี้เนื่องจาก Probabilistic model และสมการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเทคนิค PERT เป็นเพียงทฤษฎีเบื้องต้นที่ใช้ในการประมาณการแบบคร่าว ๆ เท่านั้น

ปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยง (Risk factors & Risks)

ปราชญา กล้าผจัญ (2551) ให้ความหมายของความเสี่ยงไว้ว่า ความเสี่ยง หมายถึง โอกาสที่บางสิ่งบางอย่างอาจจะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของสิ่งที่เป็นอันตราย ความเสี่ยงนี้เกิดจากความไม่แน่นอน (Uncertainty) ซึ่งสามารถวัดได้จากความน่าจะเป็นของสิ่งที่เกิดขึ้น หรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

หทัยชนก จรณะ (2550) กล่าวว่า ความเสี่ยง หมายถึง การวัดความสามารถที่จะดำเนินการให้วัตถุประสงค์ของงานสำเร็จภายใต้การตัดสินใจ งบประมาณ กำหนดเวลาและข้อจำกัดทางด้านเทคนิคที่เผชิญอยู่

ปัจจัยความเสี่ยงหลักที่อาจมีผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจของบริษัทผู้ประกอบการการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. ความเสี่ยงทางด้านการประกอบธุรกิจ (Business risk)

1.1 ความเสี่ยงจากภาคอุตสาหกรรมพลังงาน สถานการณ์ตลาดของการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิต ฯ มีทิศทางชะลอตัวนับจากครึ่งปีหลังของปี 2553 เนื่องจากปริมาณสำรองของก๊าซและน้ำมันใต้พิภพทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่มีการสำรวจพบไม่คุ้มต่อการลงทุนที่จะพัฒณาในแหล่งนั้น ๆ ส่งผลให้ธุรกิจการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และติดตั้งแท่นหลุมผลิต ฯ ในปี 2553 ชะลอตัวอย่างต่อเนื่อง แต่ถึงอย่างไรก็ตามในปี 2555 บริษัทผู้ประกอบการบางรายยังได้รับปัจจัยหนุนจากบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านสำรวจและผลิตก๊าซและปิโตเลี่ยมนอกชายฝั่งที่มีการสำรวจอย่างต่อเนื่อง และได้มีการค้นพบหลุมปิโตเลี่ยมแหล่งใหม่เพิ่มขึ้นทั้งในอ่าวไทยบริเวณแนวพื้นที่ทับซ้อนทางทะเลไทย-มาเลเซีย และพื้นที่บางส่วนในทะเลอันดามัน ซึ่งจะส่งผลในเชิงบวกต่อธุรกิจการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง

การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง แต่ในอีกด้านหนึ่ง แนวโน้มของการชลอตัวและการขยายตัวทางเศรษฐกิจโลกและการต่อต้านจากองค์กรอิสระด้านสิ่งแวดล้อม (NGO) ก็นับเป็นปัจจัยลบต่อกำลังการจัดซื้อจัดจ้างของบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านสำรวจและผลิตด้วยเช่นกัน ซึ่งในส่วนนี้จะมีผลกระทบโดยตรงกับการดำเนินธุรกิจของบริษัทผู้ประกอบการ เป็นสาเหตุทำให้การดำเนินธุรกิจของบริษัทผู้ประกอบการไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้จะมีผลกระทบต่อสถานะทางการเงินของบริษัทผู้ประกอบการ ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการควรมีการเตรียมการเพื่อรองรับกับสภาวะความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากผลกระทบดังกล่าว โดยที่บริษัทผู้ประกอบการเองอาจจะกำหนดกลยุทธ์ทางด้านการตลาดให้มีความคล่องตัวในการบริหารงานและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น รวมถึงการวางแผนการควบคุมต้นทุนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของโครงการ ฯ และในส่วนของสำนักงานใหญ่อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.2 ความเสี่ยงจากการแข่งขัน ธุรกิจการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้างและการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งมีการแข่งขันที่สูงขึ้น ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของจำนวนบริษัทผู้ประกอบการส่งผลให้มีการแข่งขันการประกวดราคางานโครงการ ฯ สูงขึ้นกว่าเดิม ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการจึงต้องเผชิญกับการแข่งขันทั้งจากคู่แข่งในประเทศและต่างประเทศมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น การประมูลงานในปี 2554 มีการแข่งขันสูงมากมีบริษัทผู้ประกอบการบางรายใช้วิธีการตัดราคาและลดราคามูลค่าของงานลงเพื่อให้ตนเองเป็นผู้ชนะในการประกวดราคา ซึ่งบริษัทผู้ประกอบการรายนั้นอาจจะพิจารณาแล้วเห็นว่า ณ ราคาดังกล่าวอาจมีผลกระทบต่อความสามารถในการทำกำไรแต่ถ้าหากบริษัทผู้ประกอบการไม่สามารถเป็นผู้ชนะในการประกวดราคาโครงการ และไม่ได้รับเลือกจากบริษัทเจ้าของแหล่งสัมปทานก็อาจจะทำให้รายได้ของบริษัทผู้ประกอบการหายไปจากที่คาดการณ์ไว้ อย่างไรก็ตามบริษัทผู้ประกอบการควรมีการควบคุมความเสี่ยงดังกล่าวโดยการเลือกประมูลงานที่บริษัทผู้ประกอบการเองมีความชำนาญและสามารถควบคุมได้เพื่อทำให้ได้งานและรายได้ในอัตราที่เหมาะสมเป็นหลัก และให้สอดคล้องกับขีดความสามารถของบริษัทผู้ประกอบการที่มีอยู่ เช่น จำนวนบุคลากร พื้นที่ในการประกอบชิ้นงานและสภาพคล่องทางการเงินของบริษัทผู้ประกอบการเอง การพิจารณาคัดเลือกผู้ว่าจ้างและเจ้าของโครงการ โดยการดำเนินการตรวจสอบประวัติการทำธุรกิจ สถานะทางการเงินหรือการหมุนเวียนของกระแสเงินสด (Cash flow) และความสามารถในการชำระหนี้ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการที่บริษัทผู้ประกอบการใดได้เข้าไปดำเนินงานการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นผลิต ฯ ตลอดจนการรับเหมาติดตั้งงานระบบวิศวกรรมในโครงการที่ผ่านมาก็จะทำให้บริษัทผู้ประกอบการนั้น ๆ ได้รับความเชื่อถือจากบริษัทที่ปรึกษารวมถึงบริษัทเจ้าของโครงการ

ได้ประจักถึงศักยภาพและคุณภาพการทำงานของบริษัทผู้ประกอบการ และอาจพิจารณาเสนอให้บริษัทผู้ประกอบการรายนั้นได้มีโอกาสเข้าร่วมประกวดราคางานในโครงการใหม่ ๆ

1.3 ความเสี่ยงจากความผันผวนของเศรษฐกิจและการเมือง จากสภาพเศรษฐกิจโลกที่ผันผวนและอ่อนไหว เนื่องจากเศรษฐกิจในสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป จึงเป็นผลทำให้สภาพเศรษฐกิจในประเทศที่กำลังพัฒนาผันผวนตามไปด้วย อย่างไรก็ตามผลกระทบของสภาพเศรษฐกิจหรือการเปลี่ยนแปลงทางการเมืองเป็นสิ่งที่ต้องติดตามอย่างใกล้ชิด เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อการให้สัมปทานของภาครัฐกับบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านสำรวจและผลิตก๊าซและน้ำมัน จะส่งผลกระทบโดยตรงกับธุรกิจการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิต ฯ ความสามารถในการให้แปลงสัมปทานจากภาครัฐ และความเชื่อมั่นของภาคเอกชนที่มีต่อภาครัฐซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะและบรรยากาศการลงทุนในประเทศไทย และในต่างประเทศซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ลงทุนโดยเฉพาะการลงทุนในโครงการการสำรวจและขุดเจาะโดยภาคเอกชน ทำให้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการขยายตัวของธุรกิจด้านสำรวจและผลิต ฯ ตลอดจนการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิต ฯ ด้วย ส่วนการดำเนินการโครงการในต่างประเทศ ความเสี่ยงอาจเกิดจากสภาวะทางการเมือง เศรษฐกิจ และความไม่มั่นคงของรัฐบาลหรือการที่รัฐบาลไม่มีเสถียรภาพในการบริหารงาน ตลอดจนการเข้าไปทำการแทรกแซงเศรษฐกิจในบางครั้ง ซึ่งมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางนโยบายที่สำคัญของประเทศนั้น ๆ อาจส่งผลกระทบในทางลบอย่างมีนัยสำคัญต่อธุรกิจ สถานะทางการเงิน ผลการดำเนินงาน และโอกาสของบริษัทผู้ประกอบการ นอกจากนี้บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการขยายธุรกิจการให้บริการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้างและการติดตั้งแท่นหลุมผลิต ฯ นอกชายฝั่งในต่างประเทศเพิ่มขึ้น เช่น การลงทุนในแหล่งสัมปทานในประเทศพม่าหรือแหล่งสัมปทานในประเทศกัมพูชา ทั้งนี้บริษัทผู้ประกอบการอาจจะมีความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นในทางการเมือง เศรษฐกิจ ความมั่นคง และความปลอดภัยในประเทศนั้น ๆ ผลกระทบจากปัญหาเศรษฐกิจโลกอาจมีผลกระทบโดยตรงหรือโดยอ้อมต่อธุรกิจของบริษัทผู้ประกอบการที่ดำเนินการในประเทศต่าง ๆ เหล่านั้นจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจของประเทศเหล่านั้น ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ โดยการวางมาตรการในการบริหารความเสี่ยงและมาตรการต่าง ๆ ในการวางแผนการดำเนินธุรกิจอย่างรอบคอบเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงดังกล่าว และยึดปฏิบัติตามกฎหมายและข้อกำหนดต่าง ๆ ของทางภาครัฐที่เกี่ยวข้องของแต่ละประเทศอย่างเคร่งครัด

1.4 ความเสี่ยงจากราคาวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากความผันผวนของราคาน้ำมันดิบ ธุรกิจการให้บริการการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบ

และก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง นับเป็นธุรกิจที่ต้องเสนอราคารับเหมาแบบเหมารวมแบบตายตัว (Lump sum) ตั้งแต่เริ่มการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแล้วเสร็จ ในระหว่างนั้นราคาของวัสดุและอุปกรณ์ เช่น เหล็กโครงสร้างซึ่งมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะการณ์ของระดับอุปสงค์และอุปทานแล้วยังขึ้นอยู่กับภาวะราคาน้ำมันดิบอันเป็นต้นทุนทางอ้อมต่อต้นทุนการดำเนินงาน จากการประมาณการโดยการใช้ฐานข้อมูลย้อนหลังในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วราคาน้ำมันคิดเป็นร้อยละ 10 ของต้นทุนการก่อสร้างทั้งหมด บริษัทผู้ประกอบการจึงควรจะมีมาตรการและนโยบายในการลดความเสี่ยงด้านราคาวัตถุดิบ อาจโดยการเจรจาต่อรองและจะต้องอาศัยความสัมพันธ์ที่ดีกับโรงงานผู้ผลิต และผู้จัดจำหน่ายวัตถุดิบรายใหญ่และรายย่อยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ได้รับการเสนอราคาซื้อล่วงหน้าซึ่งส่วนใหญ่จะถูกกำหนดให้คงที่ตลอดระยะเวลาของโครงการ ในส่วนของวัสดุทั่วไปซึ่งมีผู้จัดจำหน่ายหลายรายบริษัทผู้ประกอบการอาจทำการรวบรวมปริมาณสั่งซื้อจากหลาย ๆ โครงการซึ่งจะทำให้ได้จำนวนที่มากพอ เพื่อให้มีอำนาจในการต่อรองและได้ราคาต้นทุนต่อหน่วยที่ลดลงด้วยอำนาจการต่อรองที่มีค่อนข้างสูง บริษัทผู้ประกอบการจึงจะสามารถรักษาระดับราคาต้นทุนในส่วนวัสดุดิบทั่วไปให้ได้ในระดับที่เหมาะสม บริษัทผู้ประกอบการจะต้องมีการปรับปรุงขบวนการ การบริหารจัดการด้านการจัดซื้อจัดจ้างตลอดเวลาเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ และเพื่อลดความเสี่ยงด้านเปลี่ยนแปลงราคาของวัสดุและอุปกรณ์ นอกจากนั้นบริษัทผู้ประกอบการควรมีการบริหารความเสี่ยงจากการเพิ่มขึ้นของราคาวัสดุก่อสร้าง โดยบริษัท ฯ ควรจัดทำการประเมินราคาวัสดุก่อสร้างและวัสดุต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นภายในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างหรือในอนาคตอันใกล้ และให้นำราคาที่ได้ประเมินดังกล่าวนั้นไปคำนวณเป็นราคาต้นทุนของโครงการนั้น ๆ เพื่อจัดทำข้อเสนอด้านราคาสำหรับการเข้าไปประมูลงานในโครงการต่าง ๆ และบริษัท ฯ ควรจะมีการเจรจากับเจ้าของโครงการในส่วนของการปรับราคางานโครงการ หากวัสดุก่อสร้างมีการขึ้นราคาเกินกว่าเกณฑ์ที่บริษัทผู้ประกอบการและเจ้าของโครงการได้ตกลงกันไว้ล่วงหน้า

Wang Zhaohua (2009) ได้ศึกษาเรื่อง Impact of Escalating Construction Costs on Long-Term Pavement Performance Loss ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าขนส่งต่าง ๆ มีราคาสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงจึงแตกต่างกันงบประมาณที่ได้ประมาณการเอาไว้ ซึ่งเป็นผลกระทบที่รุนแรงต่อประสิทธิภาพการก่อสร้างในระยะยาว

2. ความเสี่ยงทางด้านการปฏิบัติการ (Operational risk)

2.1 ความเสี่ยงจากภัยพิบัติธรรมชาติ บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการเตรียมการการจัดการความเสี่ยงดังกล่าวเพื่อป้องกันความสูญเสียในทุก ๆ ด้านที่อาจจะเกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นการจัดทำประกันภัยที่ครอบคลุมถึงภัยพิบัติจากธรรมชาติสำหรับโครงการก่อสร้างทุกโครงการ และรวมถึงการฝึกซ้อมระบบการรักษาความปลอดภัยสำหรับชีวิตและทรัพย์สินให้แก่พนักงานอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี หรือการเพิ่มการจัดการในกระบวนการทำงานปกติเพื่อความพร้อม หากมีกรณีเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติเกิดขึ้นจริงจะทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบงาน บริษัทผู้ประกอบการจะต้องสามารถเจรจาและชี้แจงต่อบริษัทเจ้าของโครงการทราบเพื่อขยายระยะเวลาในการก่อสร้างเนื่องจากเป็นเหตุสุดวิสัย นอกจากนี้บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการเตรียมการป้องกันอีกวิธีการหนึ่งโดยมีการศึกษาถึงสภาพแวดล้อมของสถานที่โครงการก่อนมีการก่อสร้างเพื่อเป็นการเก็บข้อมูลไว้ในกรณีที่จำเป็นอีกด้วย ส่วนเรื่องการเก็บรักษาระบบฐานข้อมูลทางด้านต่าง ๆ บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการพัฒนาจัดทำแผนงานการเก็บรักษาข้อมูลเพื่อลดความเสี่ยงจากกรณีเกิดภัยพิบัติธรรมชาติด้วยเช่นกัน

2.2 ความเสี่ยงของการที่จะได้รับงานใหม่ และระยะเวลาการดำเนินงานตามสัญญา ทั้งนี้รายได้หลักของบริษัทผู้ประกอบการทั้งทางตรงและทางอ้อมจะได้มาจากสัญญา การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการก่อสร้างในโครงการขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ ซึ่งปริมาณงานจะขึ้นกับภาวะเศรษฐกิจโดยรวมการคาดการณ์ว่าบริษัทผู้ประกอบการจะได้รับงาน (Award) สัญญาใหม่หรือไม่และได้เมื่อใดจึงมีความคลาดคลื่อน เนื่องจากสัญญาดังกล่าวจะมีเวลาในการประกวดราคาพร้อมทั้งขั้นตอนในการคัดเลือกบริษัทผู้ประกอบการที่จะได้รับงานที่นานและซับซ้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการรวมทั้งสภาวะของตลาด แหล่งเงินทุน และการอนุมัติจากเจ้าของโครงการ เนื่องจากว่ารายได้หลักของบริษัทผู้ประกอบการมาจากโครงการเหล่านี้ ดังนั้น ผลการดำเนินงานและกระแสเงินสดของบริษัทผู้ประกอบการอาจจะมีความผันผวนอย่างมาก จากไตรมาสหนึ่งไปอีกไตรมาสหนึ่งได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจังหวะเวลาในการได้รับงานสัญญาใหม่ ปริมาณงานที่ต้องทำภายใต้สัญญา ระยะเวลา และจำนวนรายได้ที่บริษัทผู้ประกอบการที่รับรู้อาจจะแตกต่างกันโดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของโครงการ และขั้นตอนงานออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง และก่อสร้างที่กำลังดำเนินอยู่ในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งโดยปกติการรับรู้รายได้ในส่วนของการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง และการก่อสร้างจะมีปริมาณที่น้อยในช่วงต้นและช่วงปลายของโครงการหากเปรียบเทียบกับปริมาณงานที่บริษัท ฯ ทำในช่วงกลางของโครงการ ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่บริษัทผู้ประกอบการอาจรับรู้รายได้มากขึ้น ดังนั้น ผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ประกอบการจึงแปรผันตามระยะเวลา และขั้นตอนงานตามสัญญา รวมทั้งประเภทของสัญญาจากบริษัทเจ้าของโครงการ

นอกจากนี้ช่วงระยะเวลาของรายรับและกระแสเงินสดจากโครงการ ฯ ที่กำลังดำเนินการอยู่อาจเกิดความล่าช้าเนื่องจากปัจจัยหลายประการรวมทั้งความล่าช้าในการที่จะได้รับวัสดุอุปกรณ์จากโรงงานผู้ผลิตและจำหน่าย การขาดแคลนแรงงานฝีมือ การเปลี่ยนแปลงขอบเขตของงานที่ต้องดำเนินการ และสภาพอากาศในช่วงฤดูฝน ดังนั้น ความล่าช้าที่เกิดขึ้นอาจส่งผลในทางลบต่อผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ประกอบการเองสำหรับระยะเวลาในช่วงใดช่วงหนึ่ง ดังนั้น ฝ่ายการตลาดจะเป็นผู้วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในเบื้องต้นก่อนเข้าประกวดราคางานโครงการ ฯ โดยหลักการประเมินจะต้องเป็นไปตามแนวทางที่คณะกรรมการบริหารความเสี่ยงของบริษัทผู้ประกอบการกำหนดไว้

2.3 ความเสี่ยงจากการขาดแคลนแรงงานฝีมือ บริษัทที่ประกอบธุรกิจการออกแบบการจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งนับเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่ใช้แรงงานจำนวนมากอีกธุรกิจหนึ่ง การขยายตัวทางเศรษฐกิจและโครงการก่อสร้างต่าง ๆ ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนแรงงานโดยเฉพาะแรงงานฝีมือดียิ่งหายากขึ้นทำให้ค่าจ้างแรงงานและค่าจ้างเหมาก่อสร้างมีราคาสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม บริษัท ฯ ควรมีแนวทางในการที่จะลดความเสี่ยงทางด้านการขาดแคลนแรงงาน โดยการเพิ่มสัดส่วนการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วงให้เพียงพอต่อปริมาณงานที่มีอยู่ การเสนอสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ตลอดจนการสร้างแรงจูงใจให้บุคลากรทำงานในระยะยาว โดยที่บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการส่งเสริมให้บุคคลากรมีความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน ดูแลด้านรายได้ ความปลอดภัย รวมถึงการจัดสวัสดิการที่ดีเหมาะสมตามอายุงานที่ทำงานต่อเนื่องให้บริษัท ฯ เพื่อให้ลูกจ้าง หรือให้คนงานมีความผูกพันและรู้สึกมั่นคงกับงานที่ทำ (Job secured)

2.4 ความเสี่ยงจากความล่าช้าของโครงการ ความเสี่ยงในด้านนี้นับเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการประกอบธุรกิจโดยความล่าช้าของโครงการอาจจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากบริษัทเจ้าของโครงการ เช่น การเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างและการติดตั้ง การขาดแคลนเงินทุนและสภาพคล่องของผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการ เป็นต้น หรืออาจเป็นผลเนื่องจากความล่าช้าในการติดตั้งของทีมงานของบริษัท ฯ ซึ่งความล่าช้าของโครงการของบริษัท ฯ มาจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ

2.4.1 ความล่าช้าที่เป็นผลมาจากเจ้าของโครงการ ฯ บริษัทผู้ประกอบการจะมีความเสี่ยงในการที่จะต้องแบกรับภาระต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของโครงการ ฯ เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าสาธารณูปโภค เป็นต้น โดยบริษัทผู้ประกอบการไม่สามารถที่จะเรียกเก็บเงินเพิ่มเติมจากบริษัทเจ้าของโครงการ ฯ ได้เนื่องจากสัญญาว่าจ้างโดยปกติจะไม่ครอบคลุมถึงการป้องกันความเสี่ยงในลักษณะนี้ ซึ่งค่อนข้างทำได้ยาก อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวสามารถถูกจำกัดได้

โดยการทำสัญญาระหว่างบริษัทผู้ประกอบการและบริษัทเจ้าของโครงการอย่างรอบคอบ เพื่อให้ครอบคลุมถึงกรณีดังกล่าวอย่างชัดเจน

2.4.2 ความล่าช้าของโครงการอันเป็นผลเนื่องมาจากความล่าช้าในการทำงานของบริษัทผู้ประกอบการทำให้มีความเสี่ยงที่จะถูกเจ้าของโครงการเรียกปรับค่าเสียหาย ซึ่งการป้องกันความเสี่ยงในลักษณะนี้สามารถทำได้โดยการพัฒนาความสามารถในการจัดการของบุคคลากรของบริษัทผู้ประกอบการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับผู้จัดการโครงการ การจัดสรรทีมบริหารหรือทีมควบคุม และผู้รับเหมาช่วงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณงานในแต่ละโครงการ นอกจากนี้บริษัทผู้ประกอบการอาจจะให้ผู้จัดการโครงการในโครงการต่าง ๆ จัดทำแผนการทำงานเพื่อใช้สำหรับควบคุมการทำงานของผู้ รับเหมาหลัก และผู้รับเหมาช่วงในแต่ละโครงการอย่างชัดเจน โดยทั่วไปทางผู้บริหารของบริษัทผู้ประกอบการ ควรจะมีการจัดประชุมการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นประจำทุกสัปดาห์ เพื่อให้บุคคลากรที่ปฏิบัติงานในโครงการได้รายงานปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างทันท่วงทีพร้อมทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้บริหารในปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

นอกเหนือจากความล่าช้าของโครงการทั้งสองปัจจัยหลักที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้นยังมีความล่าช้าของโครงการอันเนื่องมาจากสาเหตุที่ไม่สามารถระบุผู้รับผิดได้ เช่น ในกรณีภัยพิบัติทางธรรมชาติ และสภาพอากาศในช่วงฤดูฝน เป็นต้น

3. ความเสี่ยงทางด้านการบริหารจัดการ (Management risk)

3.1 ความเสี่ยงในด้านการจัดการการให้บริการของบริษัทผู้ประกอบการ ซึ่งในแต่ละโครงการ จะแยกไปตามที่ตั้งและพื้นที่ของโครงการตามที่เจ้าของโครงการกำหนด ปัญหาในเรื่องของการละเลยในหน้าที่ การขาดความเอาใจใส่ในงาน และการทุจริตเป็นปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในบริษัทผู้ประกอบการทั่วไป การควบคุมลงมาจากส่วนกลางเป็นสิ่งที่กระทำได้ยากถึงแม้ว่าจะมีระบบการจัดการและควบคุมที่ดี แต่กรอบของการควบคุมมักจะพบปัญหาเมื่อความเสียหายนั้นได้เกิดขึ้นแล้ว ดังนั้นบริษัทผู้ประกอบการควรจะตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ และจะต้องกำหนดเป็นนโยบายปฏิบัติว่าในการแต่งตั้งผู้จัดการโครงการสำหรับแต่ละโครงการ จะกระทำโดยพิจารณาถึงปริมาณงานที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของผู้จัดการโครงการแต่ละคนเป็นสำคัญ เพื่อให้สามารถดูแลงานภายใต้ความรับผิดชอบอย่างทั่วถึง โดยการบริหารจัดการโครงการของผู้จัดการโครงการจะถูกดูแลโดยกลุ่มวิศวกรผู้บริหารควบคู่ไปกับทีมงานที่ทำหน้าที่ควบคุมต้นทุนและพัฒนาระบบงานและทีมงานที่ทำการตรวจสอบภายในอีกต่อหนึ่ง นอกจากนี้บริษัทผู้ประกอบการควรที่จะมุ่งเน้นไปที่นโยบายการพัฒนาคุณภาพของบุคคลากร โดยการเสริมสร้างทั้งความรู้ความสามารถ จริยธรรม ความรับผิดชอบต่อองค์กร รวมถึงการให้มีส่วนได้ส่วนเสียในทุก ๆ ด้านของบุคคลากรภายใน

องค์กรอีกด้วย ซึ่งจะส่งผลให้ระดับความเสี่ยงในด้านการบริหารการจัดการของบริษัทผู้ประกอบการอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำและสามารถควบคุมได้

3.2 ความเสี่ยงในการพึ่งพาวิศวกรอาวุโส ธุรกิจการให้บริการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้างและการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง เป็นธุรกิจที่ต้องอาศัยความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของบุคลากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรในระดับผู้อำนวยการโครงการ (Project director) ผู้จัดการโครงการ (Project manager) วิศวกรโครงการ (Project engineer) และวิศวกรการวางแผนงานและควบคุม (Project control engineer) ที่มีความรู้ความสามารถในการควบคุม และบริหารโครงการให้ประสบผลสำเร็จ การสูญเสียวิศวกรเหล่านี้ย่อมมีผลกระทบต่อความสามารถในการรับงาน และผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ประกอบการในอนาคตได้ ดังนั้นบริษัท ฯ จึงควรที่จะมีนโยบายและแนวทางการบริหารทรัพยากรบุคคลที่ดี และมีการให้ผลตอบแทนกับพนักงานอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นการป้องกันและการลดความสูญเสียตลอดจนการมีมาตรการในการจูงใจต่าง ๆ ที่สามารถแข่งขันกับตลาดได้ รวมถึงการสนับสนุนให้บุคลากรเหล่านี้ได้เข้ารับการอบรมเพิ่มเติมและดูงานเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ เพื่อรักษาบุคลากรที่มีคุณภาพให้ทำงานกับบริษัทผู้ประกอบการได้นานที่สุด

4. ความเสี่ยงทางด้านการเงิน (Financial risk)

4.1 ความเสี่ยงจากการลงทุนในบริษัทย่อย บริษัทร่วมกิจการร่วมค้า และบริษัทอื่นทำให้ลักษณะโครงสร้างของบริษัทผู้ประกอบการ อาจจะประกอบด้วยบริษัทย่อย บริษัทร่วม และบริษัทอื่น ๆ จำนวนหลายบริษัท ซึ่งจะสอดคล้องกับลักษณะธุรกิจของบริษัท ฯ ที่ประกอบไปด้วยการลงทุนและการก่อสร้างโครงการหลาย ๆ โครงการ ซึ่งแต่ละโครงการอาจจะมีกลุ่มผู้ร่วมทุนที่แตกต่างกันไป ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการลงทุนในบริษัทย่อย บริษัทร่วมร่วมค้า และบริษัทอื่นจะจำกัดเท่ากับเงินลงทุนในแต่ละองค์กรซึ่งอาจรวมไปถึงภาระค้ำประกันต่าง ๆ ที่บริษัท ฯ ได้ทำการค้ำประกันให้กับกิจการเหล่านั้น ซึ่งในการลงทุนในแต่ละครั้งบริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของแต่ละโครงการ หรือในแต่ละบริษัทอย่างรอบคอบ นอกจากการพิจารณาถึงผลตอบแทนที่จะได้รับในอนาคต โดยอาจจะมีการแต่งตั้งที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกเป็นที่ปรึกษาในบางโครงการก่อนที่จะนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหาร คณะกรรมการบริษัท ฯ ต่อไป

4.2 ความเสี่ยงจากการให้กู้ยืม และหรือค้ำประกันแก่บริษัทย่อยบริษัทร่วม กิจการร่วมค้า และบริษัทอื่น ๆ บริษัทผู้ประกอบการอาจมีความเสี่ยงจากการให้กู้ยืมเงินแก่บริษัทย่อย บริษัทร่วมค้า กิจการร่วมค้า และบริษัทอื่น โดยบริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการให้กู้ยืมเฉพาะเงินทุนระยะสั้นเพื่อใช้เป็นเงินทุนหมุนเวียนและมีการคิดดอกเบี้ยในอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมขั้นต่ำ

และในอัตราคงที่ต่อปี และมีกำหนดชำระคืนเมื่อทวงถามพร้อมทั้งได้มีการตั้งสำรองเผื่อผลขาดทุน ดังนั้น บริษัทผู้ประกอบการจึงควรมีนโยบายในการจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการให้กู้ยืมแก่บริษัทย่อย กิจการร่วมค้า และบริษัทอื่น ซึ่งจะพิจารณาจากความจำเป็นและความสมเหตุสมผลของการให้กู้ยืมโดยคำนึงถึงประโยชน์ของบริษัทผู้ประกอบการเป็นสำคัญ และจัดให้มีการพิจารณาผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริษัท และคณะกรรมการตรวจสอบของบริษัทผู้ประกอบการเพื่อกลั่นกรองผลกระทบอีกชั้นหนึ่งทุกครั้ง

4.3 ความเสี่ยงด้านเงินทุนหมุนเวียน บริษัทที่ประกอบธุรกิจการบริการ การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง ควรจะต้องมีเงินทุนหมุนเวียนที่เพียงพอในการดำเนินงาน ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 70 ถึง 80 ของมูลค่างานทั้งหมดเพื่อใช้ในการจัดจ้างจัดซื้อวัสุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำงาน และเป็นค่าจ้างแรงงาน ซึ่งในส่วนของเงินทุนหมุนเวียนนี้จะมาจากเงินทุนหมุนเวียนที่มีอยู่ของบริษัทผู้ประกอบการและการสนับสนุนจากธนาคารและสถาบันการเงินในรูปแบบของเงินกู้ระยะสั้นมาใช้ในการหมุนเวียน และหนังสือค้ำประกันต่าง ๆ เป็นต้น แต่หากมีการเปลี่ยนแปลงงวดหรือรูปแบบของการชำระเงินของเจ้าของโครงการ ฯ ก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการบริหารเงินทุนหมุนเวียนของบริษัทผู้ประกอบการเอง ดังนั้น เพื่อลดความเสี่ยงทางด้านเงินทุนหมุนเวียนดังกล่าว บริษัทผู้ประกอบการควรจะพยายามเจรจากับบริษัทเจ้าของโครงการ ฯ ในระหว่างการจัดทำสัญญาว่าจ้างในละโครงการเพื่อให้ได้มาซึ่งเงื่อนไขการชำระเงินที่รัดกุม และบริษัทผู้ประกอบการควรจะต้องมีการตรวจสอบสถานะทางการเงินของเจ้าของโครงการ ฯ เพื่อที่จะใช้ประกอบในการตัดสินใจในการยื่นประกวดราคางานโครงการทุกครั้ง นอกจากนี้บริษัทผู้ประกอบการควรจะกำหนดนโยบายให้มีการบริหารสภาพคล่องอย่างระมัดระวังและมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย โดยที่บริษัทผู้ประกอบการ ควรเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยงานเร่งรัดหนี้สินเพื่อติดตามหนี้และหน่วยงานจัดซื้อเพื่อจัดหา Supplier ที่ให้เทอมการชำระเงินที่ดีด้วยตามสถานะทางการเงินของบริษัทผู้ประกอบการ ในปัจจุบันผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการชำระเงินของเจ้าของโครงการอาจจะมีผลกระทบต่อบริษัทผู้ประกอบการโดยตรง

4.4 ความเสี่ยงทางด้านการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ย เมื่อพิจารณาถึงยอดของเงินสินเชื่อทั้งหมดที่บริษัทผู้ประกอบการที่มีอยู่เปรียบเทียบกับความจำเป็นต้องใช้แล้วจะพบว่าบริษัทผู้ประกอบการอาจมีความเสี่ยงต่อการขึ้นอัตราดอกเบี้ยอยู่เล็กน้อยถ้าหากบริษัท ฯ มีการใช้วงเงินสินเชื่อไม่มากและใช้เป็นครั้งคราวเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าระยะเวลาของการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งนั้นจะใช้เวลาในการดำเนินงานประมาน 18 เดือนต่อหนึ่งโครงการ

4.5 ความเสี่ยงทางด้านอัตราแลกเปลี่ยน ในบางบริษัท ฯ อาจจะมีความเสี่ยงทางด้านอัตราแลกเปลี่ยนอยู่ในระดับไม่สูงนักอันเนื่องมาจากส่วนใหญ่บริษัทผู้ประกอบการได้มีการเจรจาต่อรองสั่งซื้อวัตถุดิบผ่านตัวแทนจัดจำหน่ายในประเทศด้วยเงินบาท และในส่วนของผู้จัดจำหน่ายในต่างประเทศก็ต้องชำระด้วยเงินตราต่างประเทศ ในส่วนของรายได้ของบริษัทผู้ประกอบการที่เป็นเงินตราต่างประเทศสำหรับงานในต่างประเทศ บริษัทผู้ประกอบการควรจะกำหนดให้ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของโครงการปันเงินตราต่างประเทศสกุลเดียวกัน เพื่อทำให้สัดส่วนที่มีความเสี่ยงลดน้อยลง นอกจากนั้น ทางบริษัท ฯ ควรจะมีมาตรการลดความเสี่ยงทางด้านอัตราแลกเปลี่ยนดังกล่าวโดยทำสัญญาซื้อขายเงินตราล่วงหน้า (Forward currency) ในอัตราคงที่

4.6 ความเสี่ยงทางด้านรายได้ที่ยังไม่ได้เรียกชำระในบางโครงการมีที่มีการออกแบบการจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้างและการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว และมีผลงานตรงงวดตามสัญญาแต่บริษัทผู้ประกอบการยังไม่สามารถออกใบเรียกเก็บเงิน และรับเงินตามงวดงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญาได้ทันตามเวลา เนื่องมาจากความล่าช้าในการตรวจรับงาน และการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารที่จะใช้ในการเบิกจ่ายของผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการ ฯ บริษัทผู้ประกอบการควรจะมีการประสานงานโดยตรงกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการนั้น ๆ โดยติดตามผลการตรวจรับงานจากตัวแทนบริษัทเจ้าของโครงการอย่างใกล้ชิด ซึ่งจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงด้านนี้ลงได้มาก ในอดีตที่ผ่านมาความเสี่ยงในลักษณะนี้มีบริษัทผู้ประกอบการบางบริษัท ฯ ไม่สามารถเรียกเก็บเงินค่างวดงานจากบริษัทเจ้าของโครง ฯ เป็นเงินจำนวนสูงถึง 3 ล้านเหรียญ (US dollar)

5. สรุป

จากปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยงต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น จะถูกนำมาระบุถึงความเสี่ยงต่าง ๆ ในแต่ละกิจกรรมที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติที่แสดงไว้ในตารางที่ 2-6 และขึ้นทะเบียนความเสี่ยงดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2-8 และความเสี่ยงที่ได้จากการขึ้นทะเบียนความเสี่ยงจะถูกบรรจุลงไปในแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) เพื่อที่จะได้กำหนดค่า Parameters ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงทางด้านระยะเวลาและต้นทุนของโครงการ

การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

ธเนศ ศรีวิชัยลำพันธ์ กล่าวไว้ว่า ที่ผ่านมา การวิเคราะห์โครงการเป็นการวิเคราะห์ภายใต้สภาพการณ์ในอนาคตมีความแน่นอน สิ่งที่คาดคะเนเกี่ยวกับอนาคตมีความถูกต้องพอสมควร แต่ด้วยข้อเท็จจริงที่ว่าอนาคตเป็นเรื่องที่มีความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตอาจไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้และมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อผิดพลาด เช่น คาดว่าราคาน้ำมันลิตรละ 40 บาท สำหรับ 3 ปีข้างหน้า ถ้าราคาน้ำมัน

เปลี่ยนไปเป็น 30 บาท หรือ 45 บาทต่อลิตร ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์จะผิดจากที่ทำไว้ และถ้าโครงการที่พิจารณาเป็นโครงการที่ใช้เงินลงทุนจำนวนมากหรืออายุโครงการนาน ย่อมมีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการ ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงให้น้อยที่สุด

1. ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนมีความหมายแตกต่างกันดังนี้

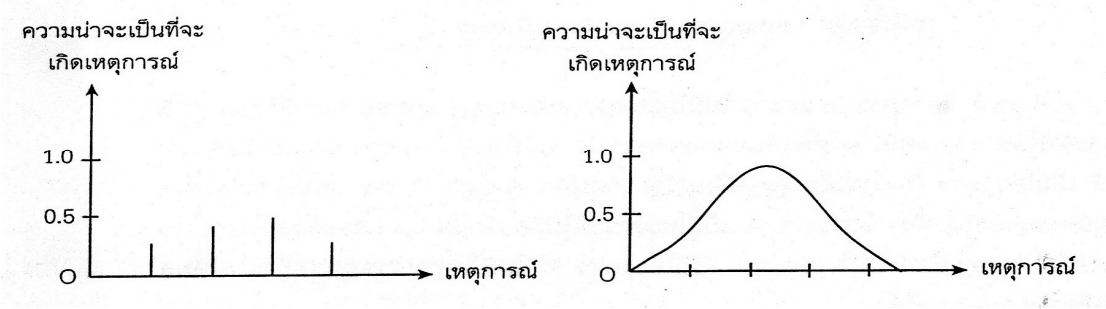
1.1 ความเสี่ยง เป็นสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต มีความไม่แน่นอน แต่ถึงกระนั้นก็สามารถทราบโอกาสหรือกะประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นได้ (Probability or xpected value)

1.2 ความไม่แน่นอน เป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นั่นคือ ไม่สามารถกะประมาณความน่าจะเป็นหรือค่าคาดหวังใด ๆ การประมาณความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ความเสี่ยง เป็นการหาค่าที่โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ความเสี่ยงใดความเสี่ยงหนึ่งจะเกิดขึ้นได้จากบรรดาความเสี่ยงที่มีทั้งหมดภายในโครงการ ภายใต้ข้อสมมติว่า ทุกเหตุการณ์ความเสี่ยงมีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน

2. การตัดสินใจดำเนินโครงการภายใต้ความเสี่ยง

เหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงเป็นเหตุการณ์ที่เราสามารถแจกแจงรูปแบบของการกระจายความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้ว่า เหตุการณ์นั้นมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นวัดได้จากดัชนีชี้วัดความน่าจะเป็นตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่า 0 หมายถึง ไม่มีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้น ค่า 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นอย่างแน่นอน โดยปกติแล้วค่าดัชนีชี้วัดเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 นั่นคือ มีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ สูงหรือต่ำตามค่าดัชนี

การวัดค่าดัชนีชี้วัดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อาจอยู่ในรูปของการแจกแจงแบบจำนวนเต็ม (Discrete) หรือในรูปค่าต่อเนื่อง (Continuous) ก็ได้ พิจารณาได้ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์แบบ Discrete & Continuous

ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงในรูปแบบต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้วิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการอย่างมาก สมมติว่า บริษัทผู้รับเหมารายหนึ่งที่กำลังตัดสินใจว่าจะเลือกลงทุนในโครงการใดโครงการหนึ่งใน 3 โครงการ คือ A, B และ C โดยพิจารณารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นที่บริษัทผู้รับเหมารายนี้จะได้รับผลตอบแทนในแต่ละโครงการ ดังภาพที่ 2-8 และภาพที่ 2-9

กำหนดให้ P คือ ความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลตอบแทน

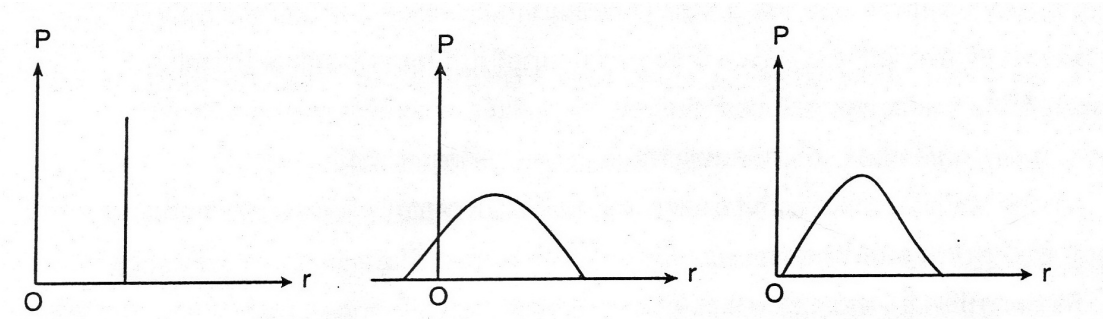
r คือ อัตราผลตอบแทน (%)

ดังนั้น $P(r_i)$ คือ โอกาสของความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลตอบแทน r_i โดยมีคุณสมบัติดังนี้

$$P(r) \geq 0$$

และ $$\sum_{i=1}^{N} P(r_i) = 1$$

โดยที่ N คือ จำนวนผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากโครงการ



โครงการ A โครงการ B โครงการ C

ภาพที่ 2-9 ความเสี่ยงของแต่ละโครงการ

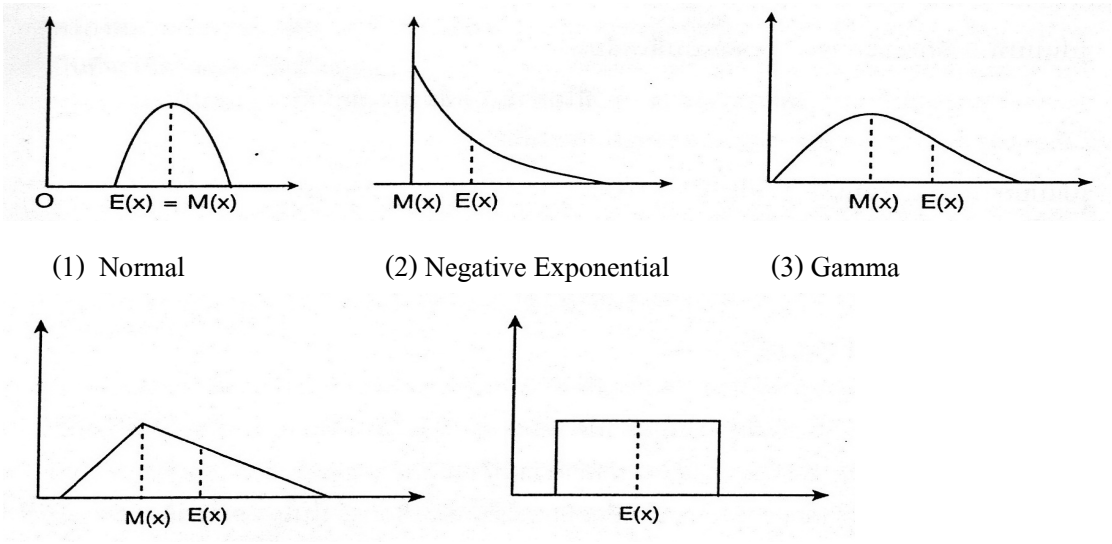
จากภาพ โครงการ A และ C ไม่มีโอกาสประสบภาวะขาดทุนเลย ขณะที่โครงการ B เป็นโครงการที่มีโอกาสขาดทุน เพราะเส้นแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อยู่ในเขตติดลบ ส่วนโครงการ B เป็นโครงการที่มีความเสี่ยงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ A และ C เพราะมีโอกาสที่จะได้ผลตอบแทนในอัตราสูงหรือติดลบ โครงการ A เป็นโครงการที่ไม่มีความเสี่ยง เพราะสามารถให้

ผลตอบแทนแน่นอน เช่น การลงทุนซื้อพันธบัตรรัฐบาล ส่วนโครงการ C ไม่มีโอกาสขาดทุนแต่ก็จะไม่ได้ผลตอบแทนในอัตราสูงแต่อย่างใด

ถ้าบริษัทผู้รับเหมาต้องการผลตอบแทนที่แน่นอนและไม่ต้องการจะเสี่ยง ก็ควรจะเลือกลงทุนโครงการ A ถ้าสามารถยอมรับภาวการณ์ขาดทุนได้บ้าง (ยอมรับความเสี่ยง) ก็ควรเลือกโครงการ B เพราะถ้าโชคดีก็มีโอกาสได้รับผลตอบแทนในอัตราสูง แต่ถ้าไม่ชอบความเสี่ยงเลยและไม่สนใจว่าผลตอบแทนจะผันแปรไปเช่นไรก็น่าจะเลือกโครงการ C ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ความเสี่ยงนั้นมีความสำคัญต่อการตัดสินใจต่อผู้เป็นเจ้าของโครงการเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งผู้เป็นเจ้าของโครงการจะตัดสินใจอย่างไร ย่อมขึ้นกับว่ายอมรับความเสี่ยงได้ในระดับใด

3. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

ลักษณะของเหตุการณ์ความเสี่ยง ผู้บริหารสามารถพิจารณาจากรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การที่ผู้วิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการจะเลือกใช้รูปแบบใด อาจอาศัยข้อมูลในอดีตของการวิเคราะห์ทางสถิติจากทฤษฎีหรือจากผู้เชี่ยวชาญที่สันทัดในเหตุการณ์ความเสี่ยงต่าง ๆ ของโครงการที่กำลังศึกษา ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งเป็นที่นิยมใช้มีด้วยกัน 5 รูปแบบ พิจารณาได้ดังภาพที่ 2-11 โดยที่แต่ละลักษณะของการแจกแจงจะมีเครื่องชี้วัดทางสถิติแตกต่างกัน [E(x) = ค่าเฉลี่ยคาดหมาย, M(x) = ค่าฐานนิยม (Mode)]



(1) Normal (2) Negative Exponential (3) Gamma

(4) Triangular (5) Rectangular

ภาพที่ 2-10 ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

รูปแบบที่ 1 ลักษณะการแจกแจงแบบปกติ เป็นลักษณะระฆังคว่ำ ความแปรปรวนของเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน ซึ่งอาจมากหรือน้อยกว่ามูลค่าคาดหมาย (E(x)) ค่าฐานนิยม M(x) มีค่าเท่ากับ E(x) ซึ่งค่าฐานนิยมนั้นเป็นค่าที่แสดงดัชนีโอกาสความน่าจะเป็นสูงสุดของเหตุการณ์

รูปแบบที่ 2 ลักษณะการแจกแจงแบบชี้กำลังติดลบ เป็นลักษณะรูปโค้งเว้าลดลงตลอด M(x) = 0 และ M(x) < E(x) โอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น ณ ระดับหนึ่งเท่ากับศูนย์

รูปแบบที่ 3 ลักษณะการแจกแจงแบบแกมมา เป็นลักษณะโค้งคว่ำแต่แตกต่างจากรูปแบบที่ 1 เหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างสูง แต่ต่ำกว่ามูลค่าคาดหมาย (M(x) < E(x)) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางขวา ส่วนกรณี (M(x) > E(x)) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางซ้าย

รูปแบบที่ 4 ลักษณะการแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เป็นลักษณะความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นเส้นตรงสองด้าน ลักษณะการแจกแจงอาจเบ้ไปทางขวา (M(x) < E(x)) หรือเบ้ไปทางซ้าย (M(x) > E(x))

รูปแบบที่ 5 ลักษณะการแจกแจงแบบสี่เหลี่ยม แสดงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน รูปแบบการแจกแจงมีลักษณะสมดุลกัน และ E(x) อยู่กึ่งกลางพอดี และ M(x) ไม่มีค่า

รูปแบบการแจกแจงแบบที่ 1 เป็นรูปแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ ทั้งนี้เพราะโอกาสที่เหตุการณ์จะเบี่ยงเบนห่างจากค่า E(x) มีโอกาสเท่า ๆ กันทั้งด้านซ้ายและขวา การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางสถิติโดยอาศัยข้อมูลในอดีตสามารถจะทำได้ง่ายกว่ารูปแบบการแจกแจงลักษณะอื่น

จากการที่กล่าวข้างต้นว่า “ความเสี่ยง” เป็นเหตุการณ์ที่สามารถคาดหมายได้ สิ่งที่คาดหมาย (Prospect) สามารถตีค่าเป็นมูลค่าที่คาดหมาย (มูลค่าคาดหมายเป็นสิ่งที่ใช้วัดมูลค่าของผลได้ที่ไม่มีความแน่นอน) ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าความน่าจะเป็น (Probability) คูณกับมูลค่าของผลได้ในทางเลือกนั้น เช่น ตัวอย่างที่ 2-2

ตัวอย่างที่ 2-2 ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็นมูลค่า 300 ล้านบาทต่อปี หรือเท่ากับร้อยละ 20 มูลค่าที่คาดหมายจะเท่ากับ

$$(\frac{20}{100})(300) = 60 \text{ ล้านบาท}$$

กรณีที่มีทางเลือกหลายทาง มูลค่าคาดหมาย ก็คือ ผลรวมของมูลค่าผลได้ในแต่ละทางเลือกคูณกับค่าความน่าจะเป็นของผลได้ เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$E(x) = P_1X_1 + P_2X_2 + ... + P_NX_N \quad (2\text{-}4)$$

โดยที่ P_i คือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลได้ X_i (i = 1, 2, …, N)

$$E(x) = \sum_{i=1}^{N} P_iX_i \quad (2\text{-}5)$$

ดังนั้น ถ้าโครงการผลิตกระแสไฟฟ้ามีการใช้วัตถุดิบอื่น ๆ เป็นเชื้อเพลิง เช่น ใช้ถ่านหิน ค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้ถ่านหินมูลค่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 15 มูลค่าที่คาดหมายจะเท่ากับ $(\frac{15}{100})(200)$ = 30 ล้านบาท ดังนั้น รวมจำนวนเงินที่คาดหมายไว้ว่าจะต้องเสียไปเท่ากับ 60+30 = 90 ล้านบาท ผลลัพธ์ของรายรับและรายจ่ายที่หาได้จากค่าคาดหมายจะใช้เครื่องหมายบวกและเครื่องหมายลบตามลำดับ จากตัวอย่างโครงการผลิตกระแสไฟฟ้า ถ้าโครงการมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลผลิตคิดเป็นมูลค่า 1,000 ล้านบาทต่อปี เท่ากับร้อยละ 40 มูลค่าคาดหมายจะเท่ากับ (0.40)(1,000)-90 = 310 ล้านบาท

4. การตัดสินใจดำเนินโครงการภายใต้ความไม่แน่นอน

ความเสี่ยงเกิดจากหลายสาเหตุ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วความเสี่ยงมักจะเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ 1) ไม่สามารถทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้ 2) ข้อจำกัดของการได้มาซึ่งข้อมูลที่แน่นอน

ความเสี่ยงเป็นปัญหาสำคัญในการวิเคราะห์นโยบาย ปัญหานี้อาจแก้ไขได้โดย

4.1 ละความสนใจความไม่แน่นอน วิธีนี้เหมาะสมในกรณีที่ความไม่แน่นอนเป็นเพียงปัญหาส่วนน้อย โครงการมีอายุสั้น หรือการคำนวณต้นทุน-ผลประโยชน์ของโครงการเป็นเพียงการประเมินค่าโครงการเพื่อดูผลลัพธ์อย่างคร่าว ๆ เท่านั้น

4.2 ลดความไม่แน่นอนถึงระดับที่ปลอดภัย นั่นคือ พยายามรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลซึ่งเป็นฐานสำคัญในการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์

4.3 พึงตระหนักว่า ความไม่แน่นอนและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์

5. เทคนิคการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนมีเทคนิคต่าง ๆ มากมายที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน เทคนิคบางอย่างถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับการวิเคราะห์นโยบายสาธารณะ ขณะที่เทคนิคอื่น ๆ ปรับปรุงจากแขนงวิชาอื่น โดยทั่วไปเทคนิคการวิเคราะห์ที่สำคัญซึ่งนิยมใช้กัน ได้แก่ การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติ (Scenario analysis) วิธีจำลองสถานการณ์ (Simulation) และค่าวิกฤติ (Criticality) อย่างไรก็ตามไม่

มีเทคนิคใดที่แก้ปัญหาความไม่แน่นอนให้หมดไปได้ เทคนิคเหล่านี้มุ่งเน้นแต่เพียงจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของความไม่แน่นอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ

5.1 การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) การประเมินต้นทุนกับผลประโยชน์และระยะเวลาของโครงการเป็นการประเมินหรือการพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตภายใต้ข้อสมมุติว่า ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ เช่น อัตราดอกเบี้ย ราคาปัจจัยการผลิต ราคาผลิตภัณฑ์ ซึ่งในทางปฏิบัติ ตัวแปรเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงและมีความไม่แน่นอน อันเกิดผลต่อการตัดสินใจที่จะบริหารความเสี่ยงของโครงการจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว

5.1.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

5.1.1.1 กำหนดตัวแปรทุกตัวซึ่งมูลค่ามีความไม่แน่นอน

5.1.1.2 ระบุขอบเขตของข้อมูลที่เป็นไปได้สำหรับตัวแปรแต่ละตัว

5.1.1.3 คำนวณค่า NPV แต่ละกรณี โดยให้มูลค่าตัวแปรอื่นคงที่ทั้งหมด (ณ ระดับค่าเหตุการณ์ปกติ: Best guess values or base case) ซึ่งจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของ NPV กับตัวแปรแต่ละตัว

5.1.2 การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว วิธีการนี้มีความเหมาะสมสำหรับผู้วิเคราะห์ที่มุ่งเน้นในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1.2.1 ไม่หวังผลเลิศในความสำเร็จของโครงการสูงเกินไป

5.1.2.2 ลดความเสี่ยงของโครงการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางตัวมีผลกระทบต่อโครงการ

5.1.3 ข้อสังเกตการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว

5.1.3.1 ถ้าการวิเคราะห์บ่งชี้ว่า ค่า NPV มีความไวหรือความอ่อนไหวต่อตัวแปรบางตัวอย่างในทางปฏิบัติควรจะค้นหาข้อมูลเหล่านั้นให้มากขึ้น

5.1.3.2 การรวบรวมข้อมูลอาจต้องทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

5.1.3.3 ความยุ่งยากในการหาค่าตัวแปรหลักซึ่งมีความไม่แน่นอนนั้นจะเป็นเช่นไร

ตัวอย่างที่ 2-3 กรณีตัวอย่างการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวของโครงการ บริษัท Solar electronics ของอเมริกามีโครงการจะผลิตเครื่องบินไอพ่น

เงินลงทุนเริ่มแรก $1,500 ล้าน

มีผลผลิตต่อเนื่องติดต่อเป็นเวลา 5 ปี คิดเป็นมูลค่า $900 ล้าน

ข้อมูลกระแสเงินสดโดยประมาณการดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 การพยากรณ์กระแสเงินสดของบริษัท Solar Electronics

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

รายละเอียด	ปีที่ 1	ปีที่ 5
รายรับ		6,000
ต้นทุนแปรผัน		(3,000)
ต้นทุนคงที่		(1,791)
ค่าเสื่อมราคา		(300)
กำไรก่อนหักภาษี		909
ภาษี		(309)
กำไรสุทธิ		600
กระแสเงินสด		900
เงินลงทุนเริ่มแรก	(1,500)	

โดยมีข้อสมมติ ดังนี้

1. คิดค่าเสื่อมราคาตั้งแต่ปี 2-5 ด้วยวิธีเส้นตรง
2. อัตราภาษีเท่ากับร้อยละ 34

จากข้อมูลในตารางที่ 2-8 สามารถคำนวณหาค่า NPV ณ อัตราส่วนลดร้อยละ 15 ดังนี้

$$NPV = \left(\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1 + r)^t} \right) - I \qquad (2\text{-}6)$$

$$NPV = \left(\sum_{i=1}^{5} \frac{900}{(1 + 0.15)^5} \right) - 1{,}500$$

$$= \$\ 1{,}517$$

และจากข้อมูลในตารางนำมาคำนวณหารายรับ ต้นทุนและกระแสเงินสดหลังหักภาษี ดังนี้

รายรับ (Revenues)

ฝ่ายการตลาดได้ประมาณยอดขายของโครงการดังนี้

จำนวนเครื่องบินไอพ่นที่ขายได้ = ส่วนแบ่งของตลาด × ขนาดตลาดของเครื่องบินไอพ่น

3,000 = 0.30 × 10,000

รายรับจากการขาย = จำนวนที่ขายได้ × ราคาต่อเครื่อง

$6,000 = 3,000 × $2 ล้าน

แสดงให้เห็นว่า รายรับจากการขายนี้ขึ้นกับ 3 ปัจจัย

1. ส่วนแบ่งตลาด
2. ขนาดของตลาด
3. ราคาต่อเครื่อง

ต้นทุน (Costs)

นักวิเคราะห์ทางการเงินแบ่งตลาดทุนออกเป็น 2 ประเภท

1. ต้นทุนผันแปร ต้นทุนนี้จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณผลผลิต
2. ต้นทุนคงที่ เป็นต้นทุนไม่ขึ้นกับปริมาณผลผลิตเป็นค่าคงที่ต่อหน่วยเวลา เช่น ค่าเช่า

จากกรณีตัวอย่างต้นทุนผันแปรทั้งหมด = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย × จำนวนที่ขายได้

$3,000 ล้าน = $1 ล้าน × 3,000

ต้นทุนทั้งหมดก่อนหักภาษี = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

$4,791 ล้าน = $3,000 ล้าน + $1,791 ล้าน

การประมาณค่าข้างต้นทั้งขนาดตลาด ส่วนแบ่งตลาด ราคา ต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุน ตัวเลขทั้งหมดแสดงการคาดคะเนของบริษัท หรือการกะประมาณที่ดีที่สุดของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจะเอาข้อมูลไปวิเคราะห์แบบสมมติภาพ (Scenario analysis) มาช่วยวิเคราะห์ความสำเร็จของโครงการ

5.2 การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติ (Scenario analysis) เป็นการมองภาพเฉพาะของเหตุการณ์ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมทั้งการพิจารณาความทนทานของโครงการภายใต้ภาพเหตุการณ์แต่ละภาพการวิเคราะห์สถานการณ์สมมติจึงมีการนำมาใช้ทดสอบค่าของตัวแปรที่มีความสำคัญหลาย ๆ ตัวแปร

5.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบสถานการณ์สมมติมีขั้นตอน ดังนี้

5.2.1.1 เลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการการเลือกปัจจัยจะยึดหลักตามลักษณะของโครงการ ตลอดจนปัจจัยด้านความไม่แน่นอนที่สำคัญที่สุด เช่น โครงการสร้างโรงไฟฟ้าอาจพิจารณาภาพความแตกต่างของราคาน้ำมัน

5.2.1.2 ทำการศึกษามูลค่าแต่ล่ะตัวแปรในการวิเคราะห์โครงการลงทุน เช่น ผลตอบแทน ความเจริญเติบโต ค่าใช้จ่าย ดำเนินการ ภายใต้ภาพของเหตุการณ์แต่ละภาพที่ประมาณไว้ และจะแบ่งภาพเหตุการณ์เป็น 3 ภาพ คือ เหตุการณ์ทางร้าย เหตุการณ์ทางดี เหตุการณ์ปกติ

5.2.1.3 คำนวณหาค่า NPV และ IRR ภายใต้ภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ

5.2.1.4 ทำการตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการณ์หรือไม่ โดยยึดหลักจากค่า NPV ที่คำนวณได้จากภาพเหตุการณ์ทุกแบบมากกว่าที่จะเป็นเหตุการณ์ปกติ

ตัวอย่างที่ 2-4 กรณีตัวอย่างการวิเคราะห์แบบสถานการณ์สมมติ (Scenario analysis)

ตารางที่ 2-9 การประมาณค่าตัวแปรภายใต้ 3 เหตุการณ์ของบริษัท Solar Electronics

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

ตัวแปร	เหตุการณ์ทางร้าย	เหตุการณ์ปกติ	เหตุการณ์ดี
ขนาดตลาด (ต่อปี)	5,000	10,000	20,000
ส่วนแบ่งตลาด	20%	30%	50%
ราคา	1.9	2.0	2.2
ต้นทุนผันแปร (ต่อลำ)	1.2	1.0	0.8
ต้นทุนคงที่ (ต่อปี)	1,891	1,791	1,742
เงินลงทุนเริ่มแรก	1,900	1,500	1,000

ตารางที่ 2-10 ผลการคำนวณค่า NPV ณ ปีที่ 1 โดยใช้การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติ

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

ตัวแปร	เหตุการณ์ทางร้าย	เหตุการณ์ปกติ	เหตุการณ์ดี
ขนาดตลาด	-1,802	1,517	8,155
ส่วนแบ่งตลาด	-682	1,517	5,942
ราคา	853	1,517	2,844
ต้นทุนผันแปร	189	1,517	2,844
ต้นทุนคงที่	1,295	1,517	1,628
เงินลงทุนเริ่มแรก	1,208	1,517	1,903

จากการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวของโครงการด้วยวิธีสถานการณ์สมมติตามตัวอย่างนี้ จะพิจารณาการคำนวณค่า NPV สำหรับความเป็นไปได้ทั้ง 3 เหตุการณ์ การวิเคราะห์ยัง

แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลข่าวสารเป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จของโครงการ ยิ่งทราบข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่มีความสำคัญต่อโครงการมากเพียงใด ย่อมเป็นผลดี สำหรับตัวอย่างนี้ที่มีความคาดเคลื่อนในตัวเลขในการลงทุนปรากฏอยู่ไม่ใช่สิ่งสำคัญ เพราะตัวเลขที่คาดเคลื่อนเป็นการคำนวณทางด้านรายรับซึ่งไม่รุนแรงเท่าคำนวณผิดทางด้านต้นทุน

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวยังมีอุปสรรคและความยุ่งยากบางประการซึ่งอาจมีผลต่อความมั่นใจของผู้วิเคราะห์โครงการได้

การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวของโครงการจะถือว่า ตัวแปรแต่ละตัวแยกกันโดยเด็ดขาด ซึ่งความเป็นจริงแล้วตัวแปรต่าง ๆ มักจะมีความสัมพันธ์กัน

โดยทั่วไป ในการวิเคราะห์โครงการของภาคเอกชนนั้น การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์โครงการ เพราะสามารถขจัดอุปสรรคหรือปัญหาของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวขั้นพื้นฐานแบบง่าย ๆ โดยวิธีนี้จะทำการตรวจสอบว่า ถ้าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่ในสภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ กัน คือ เหตุการณ์ร้าย เหตุการณ์ปกติ เหตุการณ์ดี จะมีผลต่อ NPV ของโครงการอย่างไร ซึ่งแต่ล่ะสถานการณ์จะรวมตัวแปรทีสำคัญและมีผลต่อโครงการเข้ามาไว้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 2-11 การทำนายกระแสเงินสดภายใต้สถานการณ์เครื่องบินตก

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

รายละเอียด	ปีที่ 1	ปีที่ 2-5
รายรับ		2,800
ต้นทุนผันแปร		-1,400
ต้นทุนคงที่		-1,791
ค่าเสื่อมราคา		-300
กำไรก่อนหักภาษี		-691
ภาษีเงินได้นิติบุคคล (T_c = 0.43)*		235
กำไรสุทธิ		-456
กระแสเงินสด		-156
เงินลงทุนเริ่มแรก	-1,500	

ข้อสมมติดังนี้

1. ขนาดตลาด = 7,000 (ร้อยละ 70 ของที่คาดคะเนไว้)

2. ส่วนแบ่งตลาด = ร้อยละ 20 (2/3 ของที่คาดคะเน)

การทำนายของตัวแปรทั้งหมดเป็นการทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลตารางที่ ผลของเครื่องบินตกอาจนำไปสู่ความเป็นไปได้ของการลดเที่ยวบินทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ ส่วนแบ่งของตลาดบริษัท Solar electronics ก็อาจลดต่ำลง และส่งผลต่อค่า NPV เปลี่ยนแปลง ดังนี้

$$-\$2,023 = \sum_{i=1}^{5} \frac{-\$156}{(1+0.25)^5} - \$1,500$$

ความแข็งแกร่งทางการเงินของธุรกิจสายการบินถูกนำมาใช้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะใช้ในการประเมินความสำเร็จในอนาคตของโครงการ ถ้าบริษัทต่าง ๆ ที่ดำเนินธุรกิจสายการบินประสบปัญหาทางการเงิน ก็ไม่อาจซื้อเครื่องใหม่หลาย ๆ ลำได้ พิจารณาภาพเหตุการณ์แบบสมมติภาพ ดังนี้

1. ถ้าความสามารถในการทำกำไรโดยรวมของธุรกิจสายการบินทั้งหมดมากกว่า $135 พันล้าน ความแข็งแกร่งทางการเงินจะดีขึ้น สมมติได้ว่าจะขายเครื่องบินเพิ่มขึ้นเป็น $120 ลำต่อปี และราคาเครื่องจะเพิ่มเป็น $135 ล้านต่อลำ

2. ถ้าความสามารถทำกำไรโดยรวมของธุรกิจสายการบินทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.5-5 พันล้านดอลลาร์ ความแข็งแกร่งของธุรกิจจะไม่เปลี่ยนแปลง และข้อสมมติเหตุการณ์ปกติจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์

3. ถ้าทำกำไรต่ำลงมาในระดับ $0.5 พันล้าน ธุรกิจก็จะประสบปัญหาอย่างรุนแรง ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 ความแข็งแกร่งทางการเงินของบริษัทสายการบิน

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

สมมติภาพ	ยอดขายเครื่องบินต่อปี	ราคาขายเครื่องบินต่อปี
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่ดีขึ้น	120 ลำ	135
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่ไม่เปลี่ยนแปลง	100 ลำ	130
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่เลวลง	80 ลำ	125

ภายใต้เหตุการณ์ทั้ง 3 สามารถคำนวณค่า NPV ดังนี้ ดังตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 ค่า NPV และค่า IRR

(หน่วย: ล้านดอลลาร์)

สมมติภาพ	NPV	IRR
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่ดีขึ้น	10,971	43.42%
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่ไม่เปลี่ยนแปลง	5,220	27.82%
ความแข็งแกร่งทางการเงินที่เลวลง	(171)	11.42%

เป็นที่ชัดเจนแล้วว่าโครงการนี้ควรลงทุนภายใต้ข้อสมมติกรณีเหตุการณ์ปกติ แต่เราควรให้น้ำหนักว่าควรจะลงทุนหรือไม่

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การลำดับเหตุการณ์จะเป็นวิธีที่ให้ผลกระจ่างดีกว่าการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ขั้นพื้นฐานธรรมดาเท่านั้น

5.2.2 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์สถานการณ์สมมติภาพ การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติมักนำมาใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ เนื่องจากได้สมมติให้มีการจำแนกภาพเหตุการณ์ที่ชัดเจน ซึ่งแต่ละภาพให้ผลแตกต่างกัน แต่ก็ไม่เป็นจริงเสมอไป เช่น เศรษฐกิจไม่ได้ดำเนินไปโดยยึดหลักว่าจะต้องเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง เช่น เศรษฐกิจรุ่งเรือง ถดถอยหรือมีเสถียรภาพ แต่ละระบบอาจอยู่ในสถานการณ์ใดก็ได้ หรืออาจจะเป็นสถานการณ์ที่ต่อเนื่องระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ ข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง ก็คือ ถ้ามีปัจจัยในการวิเคราะห์มากผู้วิเคราะห์จะต้องประเมินมูลค่าออกมามากด้วยในที่สุดก็เกิดความไม่ชัดเจนที่จะบอกว่า ผู้ตัดสินใจจะใช้ผลลัพธ์จำนวนมากเหล่านี้อย่างไรในการวิเคราะห์การลงทุน เช่น ค่า NPV ติดลบ ภายใต้สถานการณ์เศรษฐกิจถดถอยซึ่งไม่น่าแปลกใจ แต่ถ้าจะเกิดในวัฏจักรของระบบเศรษฐกิจ เป็นสิ่งไม่สมควรอย่างยิ่งจะปฏิเสธโครงการทันที

5.3 วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่สำคัญที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ความเสี่ยงภายใต้สภาพความไม่แน่นอน ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่แตกแขนงจากวิธีวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว โดยเป็นวิธีการวิเคราะห์แบบสมมติภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าการวิเคราะห์สมมติภาพที่ผ่านมา เป็นแนวคิดเพื่อสร้างแบบจำลองให้กับโครงการหรือนโยบายด้วยคอมพิวเตอร์และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้การพิจารณาความเป็นไปได้ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงพร้อม ๆ กัน ซึ่งวิธีนี้ดีกว่าวิธีการวิเคราะห์แบบสมติภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทีละภาพเหตุการณ์ ดังนั้น วิธีจำลองสถานการณ์จึงเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่ดีมาก

ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเทคนิคจำลองสถานการณ์ความเสี่ยงอย่างกว้างขวางเพื่อใช้ในวงการธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม และสาขาอื่น ๆ เทคนิคของวิธีนี้บางอย่างค่อนข้างง่าย ขณะที่แบบอื่นค่อนข้างยุ่งยากมาก แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้จะนำเทคนิคแบบเดียวเท่านั้น นั่นคือ Monte carlo simulation ซึ่งจะอาศัยการเลือกมูลค่าของตัวแปรต่าง ๆ บนฐานของกฎความน่าจะเป็น เทคนิคนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์ความเสี่ยงทางด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ

5.3.1 Monte carlo simulation อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณตัวแปรจำนวนมาก ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

5.3.1.1 ระบุปัญหาที่จะวิเคราะห์ และรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของปัญหา

5.3.1.2 สร้างแบบจำลองของปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์ซึ่งอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องทำการแยกว่าตัวแปรใด คือ ตัวแปรแสดงการตัดสินใจ และตัวแปรความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นตามโอกาส ในขั้นนี้ คอมพิวเตอร์สามารถที่จะช่วยพัฒนารูปแบบกระแสเงินสดของโครงการ โดยรูปแบบจะครอบคลุมถึงสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

5.3.1.3 ทำการทดสอบและประเมินรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบความแม่นยำกับปัญหาที่สนใจ โดยวิธีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบจำลองกับข้อมูลจริงในอดีต

5.3.1.4 ระบุค่าความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ต่าง ๆ ของตัวแปรแต่ละตัว โดยสร้างการแจกแจงของตัวแปรความเสี่ยง และทดลองการกระจายค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และคำนวณผลที่เกิดขึ้นกับกระแสเงินสด

5.3.1.5 ประเมินผลการทดลอง โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อการตัดสินใจที่ดีที่สุด

จากขั้นตอนข้างต้นนั้น สิ่งสำคัญที่สุดของการสร้างแบบจำลองตามเทคนิค Monte carlo ก็คือ การสร้างการแจกแจงความน่าจะเป็นให้กับตัวแปรความเสี่ยง เพื่อจะได้มีความแปรปรวนสอดคล้องกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ การสร้างการแจกแจงดังกล่าวก็ คือ สร้างเหตุการณ์ลองสุ่ม ซึ่งเราสามารถใช้คอมพิวเตอร์กำหนดตัวแปรสุ่ม และจะมีส่วนผสมของตัวแปรจำนวนมากที่ถูกทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งตามเทคนิคนี้จะมีตัวแปรที่แน่นอนหลายตัว การสุ่มตัวเลขจึงต้องทดสอบกับตัวแปรทุกตัวในแบบจำลองเพื่อจำลองเหตุการณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้นเพื่อให้ตรงกับลักษณะการแจกแจงความเป็นไปได้ของตัวแปรที่มีความเสี่ยงที่ได้สร้างไว้ในตอนแรก ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ก็คือ การกระจายค่าความน่าจะเป็นของกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งแสดงถึงขอบเขตหรือช่วงของกระแสเงินสดที่น่าจะเป็นไปได้จากโครงการ และแสดงผลลัพธ์ที่ดีกว่าเทคนิคอื่น มูลค่าคาดหมายของกระแสเงินสดหาได้จากค่าเฉลี่ยของการแจกแจงค่าความน่าจะเป็น ซึ่งจะถูกใช้ในการคำนวณ NPV, BCR หรือวิธีการคำนวณผลได้และผลเสียในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนั้น ความแปรปรวนของการกระจายสถานการณ์จำลองสามารถถูกกำหนดขึ้นได้อีกด้วย พิจารณาตัวอย่างที่ 2-5 แสดงการใช้ Monte carlo simulation

ตัวอย่างที่ 2-5 กรณีตัวอย่างการวิเคราะห์แบบวิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ของกรมทางหลวงแห่งหนึ่ง กำลังพิจารณาแผนปรับปรุงแสงสว่างบริเวณที่เกิดอันตรายบนทางหลวงในชนบท การปรับปรุงต้องเสียต้นทุน $5,000,000 และใช้เวลานานถึง 8 ปี แสงสว่างจะช่วยลดอุบัติเหตุ แต่นักวางแผนไม่รู้แน่นอนว่าจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้น เขาจึงอาศัยประสบการณ์จากที่เคยทำในที่อื่น ๆ โดยประเมินค่าความน่าจะเป็นของจำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้ในแต่ละปี ดังตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 การประเมินค่าความน่าจะเป็นของจำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้ในแต่ละปี

จำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้	ความน่าจะเป็น
9	30%
10	40%
11	20%
12	10%

การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งจะก่อให้เกิดประโยชน์ถึง $100,000 ถ้าอัตราส่วนลดเท่ากับร้อยละ 10 โครงการนี้เหมาะสมแก่การลงทุนหรือไม่อย่างไร

ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้ Monte carlo simulation (สามารถแก้ไขได้ด้วยเทคนิคอื่น)

ขั้นที่ 1 พัฒนาแบบจำลองซึ่งในปัญหานี้มีตัวแปร 3 ตัวเท่านั้น: ต้นทุน (C) ผลประโยชน์ (B) และจำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้ (N) ต้นทุนนี้เป็นต้นทุนคงที่ C = $5,000,000

ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเป็นฟังก์ชันของจำนวนอุบัติเหตุที่ป้องกันได้

$$B = \$100,000 \times N$$

สมการนี้เป็นสิ่งจำเป็นเพียงประการเดียวเท่านั้นสำหรับแบบจำลอง

ขั้นที่ 2 ระบุค่าความน่าจะเป็น ค่าความน่าจะเป็นของ N แสดงในตารางที่ 5-14 ใช้ค่าความน่าจะเป็นค่าเดียวกันนี้กับแต่ละปีของการดำเนินโครงการตลอดระยะเวลา 8 ปี ดังนั้น มีชุดของการคำนวณเพียงชุดเดียวเท่านั้นที่เราต้องจัดการ

ขั้นที่ 3 สุ่มตัวอย่างค่าความน่าจะเป็นและคำนวณกระแสเงินสด เครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้สมการซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของ B กับ N และการแจกแจงค่าความน่าจะเป็นสำหรับ N เพื่อที่จะทำการคำนวณมูลค่าของผลประโยชน์ (B) เครื่องคอมพิวเตอร์จะเลือกมูลค่าของ N เป็นสัดส่วนกับค่าความน่าจะเป็นของ N นั่นคือ จากจำนวนอุบัติเหตุที่ประเมินได้ 4 ครั้ง เครื่องคอมพิวเตอร์น่าจะเลือก N = 10 มากกว่าที่จะเป็น N = 12 เพราะค่าความน่าจะเป็นของ N = 10 จะมากกว่า N = 12 คือ ร้อยละ 40 ซึ่งกว่าร้อยละ 10 สำหรับแต่ละทางเลือกของ N เครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณค่า B และเก็บเป็นผลลัพธ์ หลังจากทำการคำนวณไปหลายร้อยครั้งถึงหลายพันครั้ง คอมพิวเตอร์จะแสดงการแจกแจงค่าความน่าจะเป็นของ B ดังปรากฏเป็นตัวอย่างในภาพที่ 2-12

จากผลลัพธ์ที่ได้ มูลค่าคาดหมายของผลประโยชน์ E (B) คือ $1,010,000

เราสามารถคำนวณค่า NPV ของโครงการโดยนำมูลค่าค่าคาดหมาย (Expected value) ของผลประโยชน์คูณด้วย PWF’ (r = 10%, n = 8) จากนั้น ลบด้วยต้นทุน

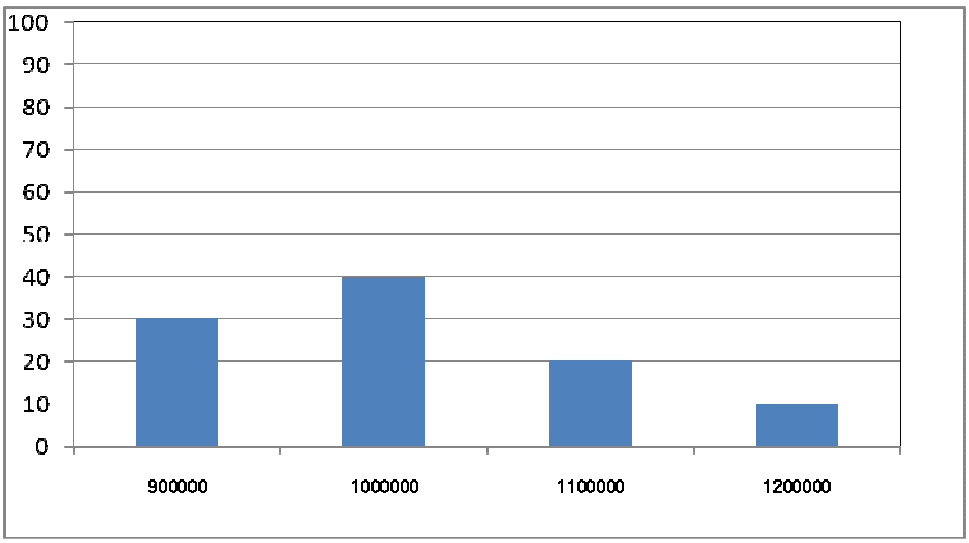
$$NPV = \sum_{t=1}^{8} \frac{1{,}010{,}000}{(0.10)^t} - \$5{,}000{,}000$$

$$NPV = \$1{,}010{,}000\left(\frac{1-(1.10)^{-8}}{(0.10)^t}\right) - \$5{,}000{,}000$$

$$= \$5{,}388{,}275 - \$5{,}000{,}000$$

$$= \$388{,}275$$

โครงการนี้ให้ค่า NPV เป็นบวกจึงสมควรลงทุน



ภาพที่ 2-11 การแจกแจงค่าความน่าจะเป็นของผลประโยชน์

ในทางปฏิบัตินั้นปัญหาง่าย ๆ เช่นนี้มักจะไม่ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ในการแก้ไข แต่จะใช้เทคนิคพื้นฐานเท่านั้น

โดยข้อเท็จจริงแล้ว ปัญหาการจำลองสถานการณ์ส่วนใหญ่นั้นจะมีความซับซ้อนมากกว่าที่ปรากฏในตัวอย่างที่ 2-5 ความซับซ้อนมาจากคุณลักษณะของเทคนิคเอง

5.3.2 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์

5.3.2.1 มีตัวแปรจำนวนมากซึ่งเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จากตัวอย่างที่ 2-5 มีเพียง 3 ตัวแปรเท่านั้น และก็มีเพียง 2 ตัวแปรที่สัมพันธ์กันแต่ในความเป็นจริงนั้นปัญหาการจำลองสถานการณ์ส่วนใหญ่นอกจากจะมีตัวแปรจำนวนมากแล้วตัวแปรต่าง ๆ ยังมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน

5.3.2.2 การแจกแจงค่าความจะเป็นของเหตุการณ์มีความยุ่งยาก การแจกแจงความน่าจะเป็นตามตัวอย่างที่ 2-5 ค่อนข้างง่ายเพราะค่าของ N เป็นจำนวนเต็ม และมีเพียง 4 ค่าเท่านั้น และค่าความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งจะมีค่าคงที่ตามปกติ ตัวแปรแต่ละตัวจะสมมติมูลค่าต่อเนื่องกัน (Continuous) เป็นช่วงกว้าง ๆ ช่วงหนึ่ง ซึ่งดีกว่าการสมมติการแจกแจงความน่าจะเป็นทีละหน่วย (Discrete)

5.3.2.3 ความแปรปรวนเกิดขึ้นตลอดเวลา จากตัวอย่างที่ 2-5 ความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปรและการแจกแจงค่าความน่าจะเป็นของ N คงที่ตลอดการวิเคราะห์ ดังนั้น เราจึงใช้ผลลัพธ์ของค่า B เหมือนกันในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ 8 ปี อย่างไรก็ตาม ปัญหาของการจำลองสถานการณ์นั้นมีมาก ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และการแจกแจงค่าความน่าจะเป็นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุโครงการ โดยข้อเท็จจริงนั้นปัญหาต่าง ๆ เป็นเรื่องปกติ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแต่ละปีอาจขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในปีที่ผ่านมา

ความซับซ้อนดังกล่าวทำให้การจำลองสถานการณ์จะกระทำได้ยาก แต่ถ้าทำได้ก็จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง เทคนิคการจำลองสถานการณ์นี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับปัญหาง่าย ๆ แต่ก็มีปัญหาที่ซับซ้อนจำนวนมากที่ต้องแก้ไขด้วยวิธีนี้เท่านั้น

5.3.3 ข้อดีและข้อเสียของเทคนิคหรือวิธีการแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) อาจกล่าวได้ว่า เทคนิคการจำลองสถานการณ์เป็นเทคนิคที่ดีอย่างยิ่ง เนื่องจากพิจารณาส่วนผสมของตัวแปรจำนวนมาก การวิเคราะห์จะให้ข้อมูลของผลลัพธ์เป็นช่วง ๆ พร้อมกับมูลค่าคาดหมายที่ประเมินได้ เทคนิคดังกล่าวจะแสดงส่วนผสมของตัวแปร ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ไม่ได้คาดไว้ โครงการจะถูกวางโครงสร้างใหม่เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม ด้วยเหตุผลทั้งหมดนี้ เทคนิคหรือวิธีการแบบจำลองสถานการณ์จึงมีประโยชน์ในการวิเคราะห์โครงการที่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตาม เทคนิคหรือวิธีการแบบการจำลองสถานการณ์ก็มีข้อเสีย 3 ประการ คือ

5.3.3.1 เป็นการยากที่จะประเมินค่าความน่าจะเป็นที่ดีสำหรับตัวแปรแต่ละตัว

5.3.3.2 เป็นการยากที่จะสร้างสมการซึ่งสะท้อนความเกี่ยวพันที่เกิดขึ้นได้ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

5.3.3.3 การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ ต้องอาศัยผู้วิเคราะห์ที่มีความรู้ความชำนาญ และประสบการณ์สูงจึงจะได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์มีความสามารถที่จะกระทำได้

จากข้อดี-ข้อเสียของเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานั้น แสดงให้เห็นว่า เทคนิคหรือวิธีการแบบจำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการประยุกต์ใช้กับโครงการที่ค่อนข้างซับซ้อนและสำหรับโครงการ ฯ ที่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ก็ต้องด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ เวลาและค่าใช้จ่ายที่เสียไปนั้น ควรเป็นสิ่งที่ผู้วิเคราะห์ควรตระหนักเช่นกัน โครงการธรรมดาหรือโครงการที่ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความไม่แน่นอนอย่างละเอียดนั้นไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคนี้

6. สรุป

การดำเนินโครงการ ฯ ใดก็ตามย่อมต้องเผชิญกับสภาพความเสี่ยงและความไม่แน่นอนอันเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ ดังนั้น ผู้วิเคราะห์โครงการจึงต้องมีหน้าที่ต้องพิจารณาหาปัจจัยความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของโครงการ เพื่อดูผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยนั้น ๆ ที่มีต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ ปัจจัยที่สำคัญดังกล่าว ได้แก่ การขาดแคลนแรงงานฝีมือ (Lack of skilled labour) การจัดส่งอุปกรณ์ที่ล่าช้าของผู้ผลิต (Late delivery of LLI) ความล่าช้าในการออกความเห็นต่อรูปแบบของผู้ผลิต (Late comment of vendor's drawings) ความไม่เข้าใจในรายละเอียดและข้อกำหนด (Poor understanding in detail & Spec) วัน ความไม่นิ่งของข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ (Late freezing of basis design) การทดสอบระบบล้มเหลว (Testing fails) การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ (Design change) ทั้งนี้เพื่อจะได้ปรับปรุงโครงการให้ทันต่อเหตุการณ์และไม่ประสบกับความล้มเหลว

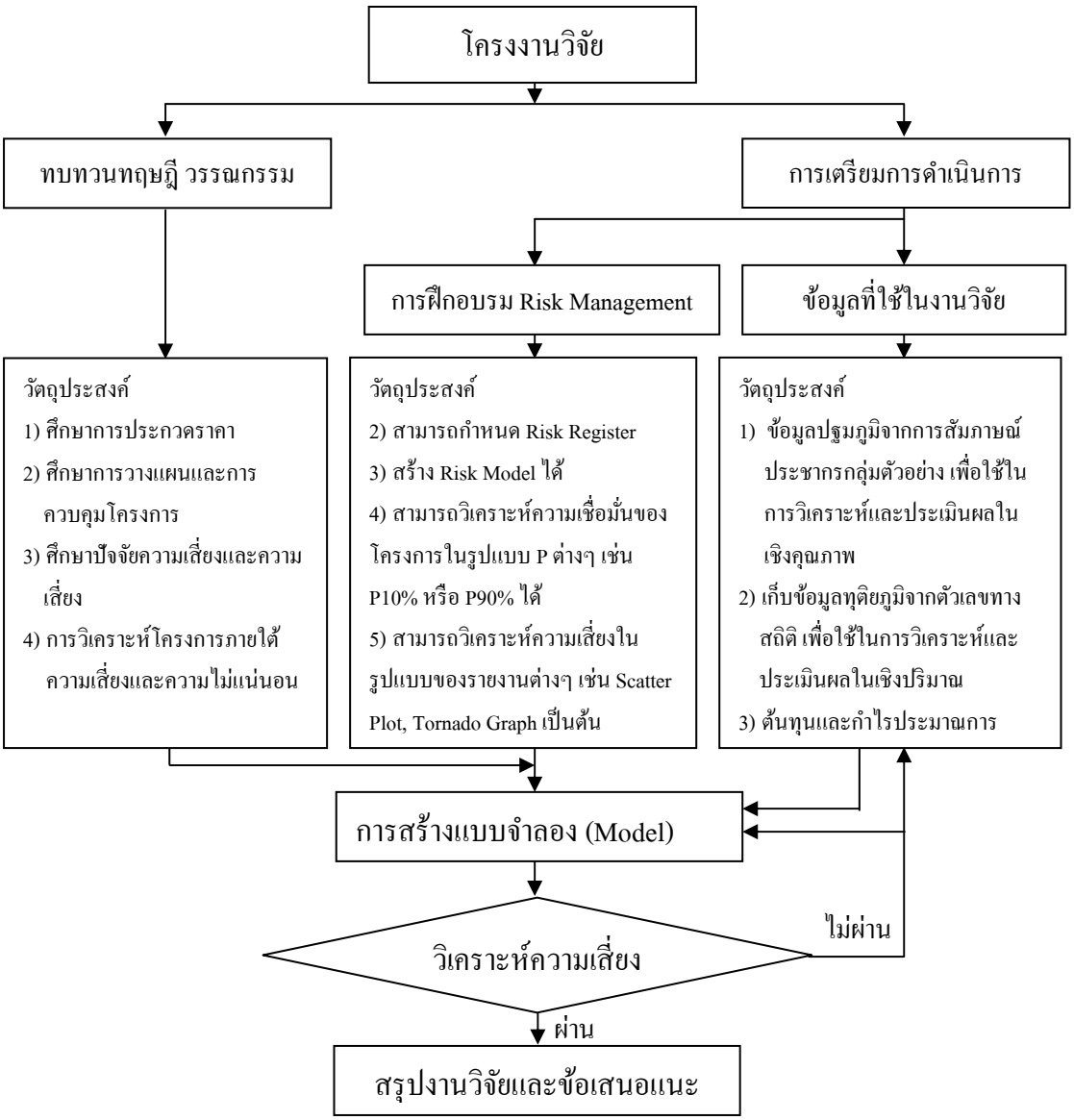
การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจในการบริหารความเสี่ยงของโครงการเพื่อลดความเสี่ยงอันจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย หรือตัวแปรที่มีความสำคัญต่อผลสำเร็จของโครงการ แต่จะเป็นปัจจัยตัวใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการและวิจารณญาณของผู้วิเคราะห์ ทั้งนี้ การวิเคราะห์อาศัยหลักการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าของปัจจัยหรือตัวแปรทีละตัว โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ หรืออาจทำการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรมากกว่า 1 ตัวก็ได้ ทั้งนี้การทดลองปรับค่าอาจทำทั้งแง่การเพิ่มค่าหรือลดค่า แล้วพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรดังกล่าวที่มีต่อค่า NPV, IRR, BCR และอื่น ๆ ระดับค่าของตัวแปรที่ได้ทดลองปรับค่านี้ เรียกว่า ค่าเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ (Switching value) นั่นคือ เป็นค่าที่ทำให้ผู้วิเคราะห์โครงการตัดสินใจในการบริหารการจัดการความเสี่ยงของโครงการที่กำลังพิจารณา ทั้งนี้นิยมหาค่าเปลี่ยนการตัดสินใจของตัวแปรที่ทำให้ NPV มีค่าเป็นศูนย์ โครงการที่มีความน่าสนใจต่ำ (NPV ต่ำ) หรือที่เรียกว่า โครงการระดับปลายแถว (Marginal project) และค่าที่จะใช้ในการเปลี่ยนการตัดสินใจจะมีความแตกต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าที่นักวิเคราะห์ได้ประมาณการซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้น จึงมีค่าความน่าจะเป็นค่อนข้างสูงที่ตัวแปรซึ่งจะนำมาทดสอบจะเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับค่าเปลี่ยนการตัดสินใจ และทำให้ไม่เลือกลงทุนในโครงการนี้ในที่สุด ดังนั้น ในการที่จะวิเคราะห์โครงการใดก็ตาม ถ้าผู้วิเคราะห์ไม่เชื่อมั่นในผลลัพธ์ของการคำนวณเกณฑ์การตัดสินใจ เช่น NPV, IRR และ BCR ฯลฯ ก็สามารถใช้วิธีวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหวมาประกอบในการตัดสินใจในงานการวิเคราะห์โครงการต่าง ๆ ได้ โดยผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยหรือตัวแปรที่ทำให้ผลการวิเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เพราะตัวแปรหรือปัจจัยนั้นมีผลต่อความสำคัญและความล้มเหลวของโครงการ ฯ แต่อย่างไรก็ตาม ในการที่จะทำการวิเคราะห์ความไว

หรือความอ่อนไหวโดยทั่วไปนั้นจะแยกพิจารณาตัวแปรแต่ละตัวออกจากกัน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนั้น ตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันอยู่ อาทิ ถ้าผู้จัดการโครงการไม่ควบคุมค่าใช้จ่ายก็จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายคงที่ ค่าใช้จ่ายผันแปรและเงินลงทุนเพิ่มขึ้นทั้งหมด ซึ่งถ้าสินค้าไม่เป็นที่ยอมรับของเจ้าของโครงการก็จะยังมีผลทำให้ทั้งส่วนแบ่งตลาดและระดับราคาผลิตภัณฑ์ลดลงพร้อม ๆ กันในที่สุด เมื่อเป็นเช่นนี้ผู้วิเคราะห์โครงการจึงหันมาใช้ Scenario analysis (Variant of sensitivity analysis) เพื่อลดปัญหาดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม สำหรับโครงการที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ด้วยความระมัดระวัง เทคนิคการจำลองสถานการณ์ Monte carlo จะมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของโครงการลักษณะดังกล่าว วิธีการนี้เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์โครงการ เพราะสามารถดำเนินการได้ง่ายด้วยคอมพิวเตอร์ นักวิเคราะห์โครงการควรให้ความสนใจอย่างยิ่งในการใช้วิเคราะห์โครงการภายใต้สภาพความเสี่ยง ส่วนหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่อาศัยค่าวิกฤติเป็นเกณฑ์ที่ช่วยให้การวิเคราะห์โครงการตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริงมากขึ้น เพราะได้ประเมินปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อโครงการภายใต้สภาพความไม่แน่นอน แต่การที่จะเลือกใช้ค่าวิกฤติแบบใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและสถานภาพของผู้ตัดสินใจ ตลอดจนลักษณะของค่าดัชนีต่าง ๆ ที่ประเมินเป็นสำคัญ

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงวิธีการดำเนินการศึกษา และแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลดิบที่ได้มาซึ่งวิธีการดำเนินการศึกษางานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังรายละเอียดที่แสดงในภาพที่ 3–1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนและกระบวนการทำวิจัย

การทบทวนและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนและศึกษาทฤษฎี การประกวดราคางานออกแบบ การก่อสร้าง การวางแผนและควบคุมโครงการด้วยเทคนิค PERT และ CPM การวิเคราะห์และการประเมินโครงการ เพื่อที่จะได้ทราบถึงข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยนี้

1. การวางแผนและควบคุมโครงการด้วยเทคนิค PERT และ CPM

การศึกษาทฤษฎี การวางแผนและควบคุมโครงการด้วยเทคนิค PERT และ CPM เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองการบริหารเวลาโครงการขึ้นมา ซึ่งเรียกว่า Project schedule หรือระยะตารางเวลาการทำงานซึ่งจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำ ระยะเวลาในการทำงานในแต่ละกิจกรรม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในสนับสนุนการสร้างแบบจำลองการบริหารเวลาหรือการทำ Scheduling ในรูปแบบของ Gantt chart และความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในรูปแบบของหลักการของกิจกรรมบนลูกศร (Activity-on-Arrow: AOA) และนำไปพัฒนาเป็นแบบจำลองความเสี่ยง (Develop risk model) ต่อไป

2. ปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยง (Risk factors and risks)

การศึกษาทฤษฎี ปัจจัยความเสี่ยงและความเสี่ยง เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิด หรือแหล่งที่มาของความเสี่ยง และสามารถระบุถึงประเภทของความเสี่ยง การกำหนดความเสี่ยง และการขึ้นทะเบียนความเสี่ยงต่าง ๆ ในแบบจำลองความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อผลการดำเนินโครงการ ฯ ซึ่งประเภทของความเสี่ยงต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถแยกได้ ดังนี้

2.1 ความเสี่ยงทางด้านการประกอบธุรกิจ (Business risk) เช่น ความเสี่ยงจากราคาวัสดุก่อสร้าง

2.2 ความเสี่ยงทางด้านการปฏิบัติการ (Operational risk) เช่น ความเสี่ยงจากภัยพิบัติธรรมชาติ ความเสี่ยงจากการขาดแคลนแรงงาน และความเสี่ยงจากความล่าช้าในการจัดส่งอุปกรณ์และวัสดุของผู้ผลิตและจำหน่าย

2.3 ความเสี่ยงในด้านการจัดการ (Management risk) เช่น ความเสี่ยงในการพึ่งพาวิศวกรอาวุโส และการขาดแคลนแรงงานฝีมือ

2.4 ทางด้านการเงิน (Financial risk) เช่น ความเสี่ยงทางด้านการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ย และความเสี่ยงทางด้านอัตราแลกเปลี่ยน

3. การประเมินความเสี่ยงการโครงการ (Risk evaluation)

การประเมินความเสี่ยง (Risk evaluation) หมายถึง การวิเคราะห์ (Analysis) และจัดลำดับความเสี่ยง (Degree of risk) โดยพิจารณาจากการประเมินจากโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง

(Likelihood) และความรุนแรงของผลกระทบจากเหตุการณ์ความเสี่ยง (Impact) ต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

โอกาสที่จะเกิด (Likelihood) หมายถึง ความถี่หรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง ผลกระทบ (Impact) หมายถึง ขนาดความรุนแรงของความเสียหายที่จะเกิดขึ้น หากเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง โดยทั่วไปการประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

3.1 การกำหนดเกณฑ์การประเมินมาตรฐาน เป็นการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่จะใช้ในการประเมินความเสี่ยง ได้แก่ ระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (Likelihood) ระดับความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) และระดับของความเสี่ยง (Degree of risk) โดยที่คณะกรรมการบริหารความเสี่ยงของแต่ละองค์กรจะต้องกำหนดเกณฑ์ของหน่วยงานภายใน เป็นเกณฑ์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ 5 ระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ สภาพแวดล้อมของแต่ละองค์กรและดุลยพินิจการตัดสินใจของคณะกรรมการ ฯ และฝ่ายบริหารขององค์กร เกณฑ์ในเชิงปริมาณจะเหมาะกับองค์กรที่มีข้อมูลตัวเลข หรือจำนวนเงินมาใช้ในการวิเคราะห์อย่างพอเพียง สำหรับองค์กรที่มีข้อมูลเชิงพรรณนาไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขหรือจำนวนเงินที่ชัดเจนได้ ก็ให้กำหนดเกณฑ์ในเชิงคุณภาพ

3.2 การประเมินโอกาสและผลกระทบของความเสี่ยง เป็นการนำความเสี่ยงที่มี และปัจจัยเสี่ยงแต่ละปัจจัยที่ระบุไว้ มาประเมินโอกาส (Likelihood) ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงต่าง ๆ และประเมินระดับความรุนแรงหรือมูลค่าความเสียหาย (Impact) จากความเสี่ยง เพื่อให้เห็นถึงระดับของความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถกำหนดการควบคุมความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้องค์กรสามารถวางแผนและจัดสรรทรัพยากรได้อย่างถูกต้อง ภายใต้งบประมาณ กำลังคน หรือเวลาที่มีจำกัด โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น

ผู้ที่จะทำการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของโครงการ ฯ จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ และมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ สำหรับการให้คะแนนระดับการประเมินโอกาสและผลกระทบของแต่ละปัจจัยความเสี่ยงนั้นจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มีการบันทึกทางสถิติในโครงการที่ผ่านมา ทั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.2.1 พิจารณาโอกาส/ ความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ (Likelihood) ที่จะเกิดขึ้นนั้นมากน้อยเพียงใด ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

3.2.2 พิจารณาความรุนแรงหรือความเสียหาย จากผลกระทบของความเสี่ยง (Likelihood) ที่มีผลต่อโครงการตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยง เมื่อผู้จัดการความเสี่ยง พิจารณาโอกาสและความถี่ที่จะเกิดเหตุการณ์ (Likelihood) และความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) ของแต่ละปัจจัยเสี่ยงแล้วให้

นำผลที่ได้มาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง และระดับผลกระทบของความเสี่ยงต่อโครงการงานว่า ก่อให้เกิดความเสี่ยงในระดับใด ตามตารางระดับความเสี่ยง ซึ่งจะทำให้ผู้บริหารระดับสูงทราบว่า มีความเสี่ยงใดเป็นความเสี่ยงสูงสุดที่จะต้องบริหารจัดการก่อน

3.4 การจัดลำดับความเสี่ยง เมื่อได้ค่าระดับความเสี่ยงแล้ว จะต้องนำมาจัดลำดับความรุนแรงของความเสี่ยงที่มีผลต่อโครงการเพื่อพิจารณากำหนดกิจกรรมการควบคุมในแต่ละสาเหตุของความเสี่ยงที่สำคัญให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับของความเสี่ยงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง และผลกระทบของความเสี่ยงที่ประเมินได้ตามตารางการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งจัดเรียงตามลำดับจากระดับสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก และเลือกความเสี่ยงที่มีระดับสูงมาก และหรือสูง มาจัดทำแผนการบริหาร/ จัดการความเสี่ยงในขั้นตอนต่อไป

4. การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ เป็นการวิเคราะห์เหตุการณ์ในอนาคตภายใต้การคาดการณ์ว่าอนาคตจะมีความแน่นอนอยู่ในระดับหนึ่ง แต่ในความเป็นจริงอนาคตเป็นเรื่องที่ไม่แน่นอนไม่มีใครที่จะสามารถคาดการณ์ได้ ดังนั้น การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ จึงเป็นการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งเหตุการณ์อาจจะไม่เป็นไปตามที่ได้คาดคะเนไว้และมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดในการคาดคะเน

ดังนั้น ผู้วิเคราะห์ความเสี่ยงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการดำเนินการเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการตัดสินใจในการบริหารและการจัดการความเสี่ยงของโครงการ

4.1 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์ความเสี่ยง รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ การที่ผู้วิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการจะเลือกใช้รูปแบบใด อาจอาศัยข้อมูลในอดีตของการวิเคราะห์ทางสถิติจากทฤษฎีหรือจากผู้เชี่ยวชาญที่สันทัดในเหตุการณ์ความเสี่ยงต่าง ๆ ของโครงการที่กำลังศึกษาลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งเป็นที่นิยมใช้มีด้วยกัน 5 รูปแบบ โดยที่แต่ละลักษณะของการแจกแจงจะมีเครื่องชี้วัดทางสถิติแตกต่างกัน [E(x) = ค่าเฉลี่ยคาดหมาย, M(x) = ค่าฐานนิยม (Mode)]

4.1.1 ลักษณะการแจกแจงแบบปกติ เป็นลักษณะระฆังคว่ำ ความแปรปรวนของเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน ซึ่งอาจมากหรือน้อยกว่ามูลค่าคาดหมาย (E(x)) ค่าฐานนิยม M(x) มีค่าเท่ากับ E(x) ซึ่งค่าฐานนิยมนั้นเป็นค่าที่แสดงดัชนีโอกาสความน่าจะเป็นสูงสุดของเหตุการณ์

4.1.2 ลักษณะการแจกแจงแบบชี้กำลังติดลบ เป็นลักษณะรูปโค้งเว้าลดลงตลอด $M(x) = 0$ และ $M(x) < E(x)$ โอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น ณ ระดับหนึ่งเท่ากับศูนย์

4.1.3 ลักษณะการแจกแจงแบบแกมมา หรือแบบเบต้าเพิร์ธ เป็นลักษณะโค้งคว่ำ แต่แตกต่างจากรูปแบบที่ 1 เหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างสูง แต่ต่ำกว่ามูลค่าคาดหมาย ($M(x) < E(x)$) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางขวา ส่วนกรณี ($M(x) > E(x)$) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางซ้าย

4.1.4 ลักษณะการแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เป็นลักษณะความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นเส้นตรงสองด้าน ลักษณะการแจกแจงอาจเบ้ไปทางขวา ($M(x) < E(x)$) หรือเบ้ไปทางซ้าย ($M(x) > E(x)$)

4.1.5 ลักษณะการแจกแจงแบบสี่เหลี่ยม จะแสดงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน รูปแบบการแจกแจงมีลักษณะสมดุลกัน และ $E(x)$ อยู่กึ่งกลาง พอดี และ $M(x)$ ไม่มีค่า

4.2 เทคนิคการวิเคราะห์ความเสี่ยง การวิเคราะห์ความเสี่ยงมีเทคนิคมากมายที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วิเคราะห์ความไม่แน่นอน เทคนิคบางอย่างถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับการวิเคราะห์นโยบายสาธารณะ ขณะที่เทคนิคที่จะใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ได้ถูกปรับปรุงมาจากสาขาวิชาสถิติที่ได้พัฒนาขึ้นมาสำหรับการวิเคราะห์เหตุการณ์ความเสี่ยงในโครงการ ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) จะเป็นการประเมินต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ เป็นการประเมินหรือพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตภายใต้ข้อสมมุติว่า ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ เช่น การขาดแคลนแรงงานฝีมือ (Lack of skilled labor) การจัดส่งอุปกรณ์ที่ล่าช้าของผู้ผลิต (Late delivery of long lead items: LLI) ความล่าช้าในการออกความเห็นต่อรูปแบบของผู้ผลิต (Late comment of vendor’s drawings) ความไม่เข้าใจในรายละเอียดและข้อกำหนด (Poor understanding in detail & Spec) วัน ความไม่นิ่งของข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ (Late freezing of basis design) การทดสอบระบบล้มเหลว (Testing fails) การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ (Design change) ซึ่งในทางปฏิบัติตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงและมีความไม่แน่นอนอยู่เสมอ อันเกิดผลต่อการตัดสินใจที่จะบริหารการจัดการความเสี่ยงของโครงการจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความไวหรือความอ่อนไหว

4.2.2 การวิเคราะห์สถานการณ์สมมติ (Scenario analysis) เป็นการมองภาพเฉพาะของเหตุการณ์ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมทั้งการพิจารณาความทนทานของโครงการภายใต้ภาพเหตุการณ์แต่ละภาพการวิเคราะห์สถานการณ์สมมติจึงมีการนำมาใช้ทดสอบค่าของตวแปรที่มี

ความสำคัญหลาย ๆ ตัวแปร

4.2.3 วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) วิธีจำลองสถานการณ์เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่สำคัญในการวิเคราะห์เหตุการณ์ความเสี่ยงภายใต้สภาพความไม่แน่นอน ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่แตกแขนงมาจากวิธีวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยเป็นวิธีการวิเคราะห์สมมติภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าการวิเคราะห์สมมติภาพที่ผ่านมา เป็นแนวคิดที่เพื่อสร้างแบบจำลองให้กับโครงการหรือนโยบายด้วยคอมพิวเตอร์และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้การพิจารณาความเป็นไปได้ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงพร้อม ๆ กัน ซึ่งวิธีนี้ดีกว่าการวิเคราะห์สมติภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทีละภาพเหตุการณ์ ดังนั้น วิธีจำลองสถานการณ์จึงเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่ดีมาก

การเตรียมการดำเนินงานวิจัย

ฝึกอบรมภาคปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองความเสี่ยงจาก Pert master risk analysis software (Trial version) ซึ่งเป็นละมุลพันธุ์ (Software) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงของโครงการ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับนักบริหารความเสี่ยงในต่างประเทศ และเป็นที่ยอมรับและรับรองจากสถาบันนานาชาติ (Project management institute: PMI) ซึ่งมีกระบวนการในการปฏิบัติ ดังนี้

ภาพที่ 3-2 Pertmaster Risk Methodology

1. การเตรียมการสำหรับการสัมภาษณ์

1.1 การเตรียมการ จะมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ และกิจกรรมที่ใกล้จะวิกฤติ โดยคำนึงถึงสิ่งที่ไม่ได้มีในตารางกำหนดการทำงาน แต่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมในตารางกำหนดการทำงาน ระบุหรือกำหนดตัวบุคคลที่จะทำการสัมภาษณ์ในแต่ละแผนก และเตรียมรายการที่จะสัมภาษณ์

1.2 การสัมภาษณ์ เพื่อให้การสัมภาษณ์มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะเป็นการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว โดยปราศจากการชี้นำและตั้งใจฟังผู้ให้สัมภาษณ์อย่างตั้งใจ และจับประเด็นว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดคืออะไรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ให้สัมภาษณ์มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ไม่มีนัยสำคัญต่อโครงการ

2. เทคนิคในการสัมภาษณ์

2.1 จับประเด็นหรือสาระสำคัญเท่านั้น

2.2 ระบุประเภทความเสี่ยง

2.3 จำแนกประเภทความคิดเห็น

3. การได้มาซึ่งข้อมูลปฐมภูมิ

3.1 จากตารางภาคผนวกที่ ก-2 ให้กำหนดความเสี่ยงทั้งหมดว่าเป็นความไม่แน่นอนหรือเป็นประเด็นความเสี่ยงพร้อมทั้งระบุถึงสาเหตุ ความน่าจะเป็น และผลกระทบเพื่อที่จะทำการขึ้นทะเบียนความเสี่ยงของโครงการลงในตารางภาคผนวกที่ ก-3

3.2 จากตารางภาคผนวกที่ ก-3 ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำเข้าที่ประชุมการบริหารการจัดการความเสี่ยงเพื่อที่จะทำการระดมสมอง (Brain storm) ในเรื่องความน่าจะเป็นและระดับของผลกระทบของแต่ละปัจจัยความเสี่ยงที่มีต่อโครงการ ฯ เพื่อที่จะนำข้อมูลไปทำการขึ้นทะเบียนความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมของโครงการลงในตารางภาคผนวกที่ ก-4

4. สร้างแบบจำลองความเสี่ยง (Develop the risk model)

จากข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์วิศวกรชำนาญการในองค์กร และข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการบันทึกทางสถิติในโครงการที่ผ่านมายังไม่สามารถที่จะทำการวิเคราะห์และประเมินได้ว่าโครงการที่ต้องการวิเคราะห์และประเมินนั้น ว่ามีเหตุหรือปัจจัยอะไรบ้างที่จะมีผลกระทบกับโครงการในทางลบและมีผลกระทบอยู่ในระดับใดต่อโครงการ

4.1 จากตารางที่ 2-1 (หน้า 28) ซึ่งเป็นหนึ่งโครงการที่ประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่แรกเริ่มโครงการจนโครงการเสร็จสิ้นสมบูรณ์ แต่ในการวิเคราะห์และการประเมินผลนั้นจะต้องนำเอากิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นมาแยกแยะและระบุให้ได้ว่ามีกิจกรรมไหนบ้างที่อาจจะเป็นความเสี่ยงของโครงการ โดยที่งานวิจัยฉบับนี้จะเลือกกิจกรรมที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ (Critical path) ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของเทคนิคแบบ PERT

4.2 นำกิจกรรมที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ มาระบุความเสี่ยง (Risk identification) และขึ้นทะเบียนความเสี่ยง (Risk register) เพื่อที่จะระบุว่าในแต่ละกิจกรรมนั้น ๆ มีปัจจัยอะไรบ้างที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3-4

4.3 การกำหนดเกณฑ์ความเสี่ยง โดยการเก็บข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการบันทึกในโครงการที่ผ่านมา และการระดมความคิด (Brainstorm) จากทีมงานวิศวกรชำนาญการ เพื่อที่จะกำหนดว่าปัจจัยความเสี่ยงแต่ละชนิดนั้นมีโอกาสในการเกิด และระดับความรุนแรงอยู่ในระดับใด เช่น ระดับ 1: ต่ำมาก ระดับ 2: ต่ำ ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: สูง และระดับ 5: สูงมาก

การวิเคราะห์การประเมิณผลและสรุปการวิจัย

ผลลัพธ์ด้านตัวชี้วัด (Index) ตัวบ่งชี้ (Indicator) และ Parameter หรือตัวแปรในทางสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ความน่าจะเป็นของโครงการที่ได้จากการคำนวณโดยสมการเบื้องต้นของเทคนิค PERT ในบทที่ 2 เพื่อที่จะให้ทราบถึงผลต่างที่เกิดขึ้นตลอดจนตัวบ่งชี้หรือปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) ที่มีผลกระทบต่อความน่าจะเป็นของโครงการ ซึ่งจะได้กล่าวในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการการศึกษาและวิจัยจากข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นข้อมูลเชิงพรรณนาที่ผู้วิจัยได้จากการสัมภาษณ์และการระดมความคิด (Brainstorm) จากบุคลากรภายในองค์กร (ดูภาคผนวก ก) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากข้อมูลทางสถิติในอดีต ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ใช้ในการบริหารโครงการออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่งที่ผ่านมา

การวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงในด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการได้ถูกดำเนินการในสิบสองกิจกรรมภายใต้ปัจจัยความเสี่ยงจำนวนสิบสี่ความเสี่ยงตามที่ได้ลงทะเบียนไว้ดังที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งจะแสดงถึงระดับของผลกระทบต่อความน่าจะเป็นและความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ ที่จะมีผลกระทบต่อต้นทุนและตารางเวลาของโครงการในระดับต่าง ๆ ดังนี้ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก สำหรับความเสี่ยงแต่ละรายการที่มีอยู่ และรายการที่เกี่ยวข้องกับการกระจายความแปรปรวน การวิเคราะห์ทำให้ได้แผนภูมิความไวของรายการความเสี่ยงและระดับความเชื่อมั่นจากร้อยละ 0 ถึง 100

เทคนิคและวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์

เทคนิค PERT และ CPM เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประเมินผลและทบทวนงานโครงการ (Program evaluation and review technique: PERT) และวิธีการหาเส้นทางวิกฤติ (Critical path method: CPM) เป็นเทคนิคเชิงปริมาณด้านการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network analysis) ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนและควบคุมงานที่มีลักษณะเป็นงานโครงการ (งานที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด) และสามารถกระจายเป็นงานย่อยที่มีความสัมพันธ์กันได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถดำเนินโครงการให้สำเร็จตามระยะเวลา และภายใต้งบประมาณที่ได้กำหนดไว้

การศึกษาและการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์งานวิจัยโดยการใช้ Software มาช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองความเสี่ยง (Risk model) เนื่องจากว่า Software ให้ความแน่นยำในการวิเคราะห์สูงเป็นที่ยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการออกแบบและก่อสร้าง โดยที่ Primavera pert master v 8.1 จะมีวิธีการในการวิเคราะห์ค่าดัชนีความไวหรือความอ่อนไหวของกิจกรรมมีอยู่ 2 วิธี คือ Spearman's rank correlation coefficient method และ Pearson’s product

moment correlation coefficient method ส่วนเทคนิคที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างในการหาความน่าจะเกิดหรือความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จะใช้วิธีที่เรียกว่า Latin hypercube sampling (LHS)

1. Spearman's rank correlation coefficient method เป็นการวิเคราะห์ความไวของระยะเวลาของโครงการโดยการใช้วิธีการการจัดอันดับความสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์ของการจัดอันดับความสัมพันธ์จะเป็นตัวชี้วัดความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาโครงการและค่าระยะเวลากิจกรรมจะมีการคำนวณโดยการเรียงลำดับ (การจัดอันดับ) ทุก ๆ ค่าในคู่ลำดับตามขนาด จะทำให้ได้ค่าในแต่ละคู่อันดับ (ดูตารางที่ 4-1) ผลต่างระหว่างค่าอันดับของแต่ละค่าและในแต่ละคู่จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient หรือ Spearman's rho) ใช้สัญลักษณ์ R เป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุดโดยที่ตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด นั้นจะต้องอยู่ในรูปของข้อมูลในมาตราจัดอันดับ (Ordinal scale or Rank) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนคำนวณได้จากสมการ

$$r_s = 1\frac{6 * \sum(d * d)}{n(n * n - 1)} \qquad (4\text{-}1)$$

r_s = ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของ Spearman (มีค่าระหว่าง -1 และ 1 ที่จะถูกแปลงเป็นร้อยละสำหรับการแสดงผล)

d = ผลต่างระหว่างค่าของคู่อันดับ

n = จำนวนครั้งในการวิเคราะห์แบบจำลองความเสี่ยง (โดยปกติจำนวนรวมทั้งหมดของการดำเนินการวิเคราะห์ซ้ำ ๆ จนกว่ากิจกรรมจะให้ค่าความน่าจะเป็น)

เงื่อนไขเบื้องต้นในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีดังนี้ คือ

1.1 ตัวแปรหรือข้อมูลทั้ง 2 ชุด อยู่ในมาตราจัดอันดับ หรืออาจเป็นอันตรภาค หรือมาตราอัตราส่วน แล้วนำมาเรียงอันดับก็ได้

1.2 ข้อมูลในแต่ละชุดจะต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการแจกแจงของข้อมูลไม่จำเป็นต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ

ตัวอย่างที่ 4-1 การวัดความสัมพันธ์ของระยะเวลากิจกรรมกับระยะเวลาโครงการ สิ่งนี้จะช่วยตอบคำถามที่ว่า “ระยะเวลาโครงการมีความไวต่อระยะเวลากิจกรรมได้หรือไม่”

จากตารางที่ 4-1 ระยะเวลากิจกรรมที่มีค่าเท่ากับ 35 วันจัดเป็นอันดับ 1 เพราะเป็นระยะเวลาของกิจกรรมที่มีค่าสูงสุด ระยะเวลาโครงการที่มีค่าเท่ากับ 212 วันจัดเป็นอันดับ 9 เพราะ

เป็นระยะเวลาโครงการที่มีค่าต่ำสุด n = 9 และผลรวมของ (d * d) = 24 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ = 0.8

$$r_s = 1\frac{6*24}{9(9*9-1)}$$

$$= 0.8$$

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างค่าอันดับของระยะเวลา

Task Duration (Day)	Task Duration Rank	Project Duration (Day)	Project Duration Rank	d	d * d
23	8	212	9	-1	1
25	6	230	6	0	0
24	7	215	8	-1	1
30	3	240	4	-1	1
35	1	263	1	0	0
30	3	234	5	-2	4
35	1	241	3	-2	4
26	5	254	2	3	9
22	9	222	7	2	4

2. Pearson's product moment correlation coefficient method สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันใช้สัญลักษณ์ r เป็นวิธีการที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด โดยที่ตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุดนั้นจะต้องอยู่ในรูปของข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน (Interval or Ratio scale) เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับระยะเวลา

เงื่อนไขเบื้องต้นในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีดังนี้ คือ

2.1 ตัวแปรหรือข้อมูลทั้ง 2 ชุด อยู่ในมาตราอันตรภาค หรือมาตราอัตราส่วน

2.2 ข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีการแจกแจงแบบปกติ และมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

2.3 ข้อมูลในแต่ละชุดจะต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันคำนวณได้จากสมการ

$$r = \frac{\frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{n-1}}{\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}\sqrt{\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n-1}}} \quad (4\text{-}2)$$

r = ความสัมพันธ์ ค่าระหว่าง -1 และ 1 ที่จะถูกแปลงเป็นร้อยละสำหรับการแสดงผล

x = ค่าจากข้อมูลชุดแรกหรือข้อมูลเป้าหมายเบื้องต้น (Baseline) ที่ได้กำหนดไว้ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ เช่น ต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ การสรุปต้นทุนและระยะเวลาที่เหลืออยู่ของกิจกรรมหรือวันที่กิจกรรมเสร็จสิ้นสมบูรณ์

y = ค่าจากข้อมูลชุดสอง เป็นข้อมูลที่กิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการได้มีการดำเนินการไปแล้วบางส่วน เช่น ต้นทุนและระยะเวลาของโครงการที่เหลืออยู่

n = จำนวนของการคำนวณหรือการสุ่มตัวอย่างที่กระทำซ้ำ ๆ กัน (โดยปกติจำนวนรวมของการดำเนินการซ้ำเว้นแต่งานที่เป็นความน่าจะเป็น)

สมการที่ 4-2 สามารถนำไปใช้ในการหาค่าอื่น ๆ เช่น ต้นทุนกิจกรรม ต้นทุนโครงการ และการคำนวณหาค่าดัชนีความไวของต้นทุนในแต่ละกิจกรรม

การคำนวณแบบเพียร์สันเป็นการคำนวณที่มีประสิทธิภาพที่สุด เนื่องจากวิธีของเพียร์สันจะไม่ทำการคำนวณกิจกรรมที่ต้นทุนและระยะเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการวิเคราะห์ความเสี่ยง เช่น กิจกรรมที่ไม่มีต้นทุนในการดำเนินงานหรือการกระจายระยะเวลาของกิจกรรม กล่าวคือ กิจกรรมที่มีระยะเวลาและต้นทุนเป็นศูนย์ เพราะนี่คือความเป็นจริง ที่ว่า "$x-\bar{x}$" เป็นศูนย์เมื่อค่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. Latin hypercube sampling method (LHS) เป็นวิธีการทางสถิติสำหรับการสร้างกลุ่มตัวอย่างในการสุ่มที่จะให้ความเป็นไปได้เกี่ยวกับค่าดัชนีหรือค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการกระจายแบบหลากหลายมิติ (มีตัวแปรหลายตัว) วิธีการสุ่มตัวอย่างมักจะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างแบบทดลองทางคอมพิวเตอร์

ในบริบทของการสุ่มตัวอย่างทางสถิติ ในพื้นที่ตารางสี่เหลี่ยมนั้นจะประกอบไปด้วยตำแหน่งของตัวอย่าง ซึ่งเรียกว่า Latin square และในกรณีที่มีเพียงหนึ่งตัวอย่างในแต่ละแถวและในแต่ละคอลัมน์ Latin hypercube เป็นลักษณะทั่วไปของแนวคิดกับจำนวนของมิติ (ตัวแปร) ฉะนั้นตัวแปรแต่ละตัวมีเพียงหนึ่งเดียวเท่านั้นในแต่ละแกนนอนของ Hyper plane (ในทางเรขาคณิต Hyper plane เป็นพื้นที่เล็กในหนึ่งมิติซึ่งน้อยกว่าพื้นที่โดยรอบตัวของมัน)

เมื่อทำการสุ่มตัวอย่างฟังก์ชั่นของตัวแปร N ช่วงของตัวแปรแต่ละตัวจะกระจายตัวข้าไปในพื้นที่ M ด้วยระยะห่างที่น่าจะเป็นอย่างละเท่า ๆ กัน ที่จุด M กลุ่มตัวอย่างจะถูกวางไว้เพื่อ

ตอบสนองความต้องการของ Latin hypercube นี้คือ กลุ่มของจำนวนของหน่วย M ที่จะมีพื้นที่ที่เท่า ๆ กันสำหรับแต่ละตัวแปร นอกจากนี้รูปแบบการสุ่มตัวอย่างนี้ ไม่ต้องการตัวอย่างที่มากขึ้นเมื่อมิติ (ตัวแปร) มากขึ้นความเป็นอิสระนี้เป็นหนึ่งในข้อได้เปรียบหลักของรูปแบบการสุ่มตัวอย่าง ข้อดีอีกอย่างของการสุ่มตัวอย่างแบบ Latin hypercube ก็คือ สามารถทำได้ในเวลาสั้น ๆ และสามารถจำได้ว่าที่ผ่านมามีตัวอย่างอันไหนบ้างที่ได้ถูกนำไปใช้แล้ว

จำนวนสูงสุดของการรวมกันสำหรับ Latin hypercube ในพื้นที่ M และ ตัวแปร N สามารถคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\left(\prod_{n=0}^{M-1}(M-n)\right)^{N-1} = \left(M!\right)^{N-1} \tag{4-3}$$

หรือ $$\text{LHS} = \left(M!\right)^{N-1} \tag{4-4}$$

ตัวอย่าง เช่นค่า Latin hypercube ของ $M = 4$ และตัวแปร $N = 2$ ฉะนั้นจะได้

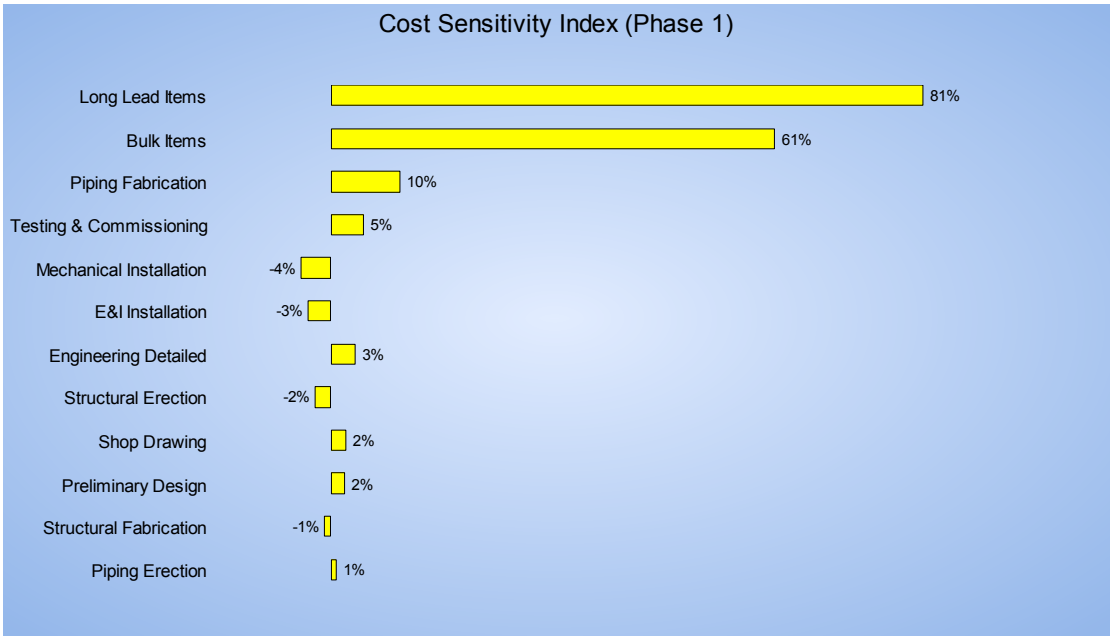
$$\text{LHS} = \left(4 * 3 * 2 * 1\right)^{2-1}$$

$$\text{LHS} = 24$$

ผลการวิเคราะห์และการประเมิน

การวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง (2 Phase) กล่าวคือ ช่วงที่ 1 (Phase 1) จะเป็นการวิเคราะห์กิจกรรมทั้งหมดที่มีอยู่ในแผนงานโดยปราศจากความเสี่ยงใด ๆ เข้ามารบกวนและช่วงที่ 2 (Phase 2) จะเป็นการวิเคราะห์กิจกรรมที่ประกอบไปด้วยความเสี่ยงทั้งหมดที่มีอยู่ในแผนงาน ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของผลลัพธ์ของค่าดัชนีหรือค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของทั้ง 2 ช่วง

ผลการวิเคราะห์ช่วงที่ 1 (ภาพที่ 4-1 ถึง ภาพที่ 4-8) จะอธิบายถึงผลลัพธ์ที่เป็นค่าดัชนีหรือค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกิจกรรมที่ปราศจากความเสี่ยง เช่น ดัชนีความไวทางด้านต้นทุนของกิจกรรม (Cost sensitivity index: CSI) ดัชนีความไวทางด้านระยะเวลาของกิจกรรม (Duration sensitivity index: DSI) ดัชนีความไวทางด้านตารางเวลาของกิจกรรม (Schedule sensitivity index: SSI) ดัชนีวิกฤติของกิจกรรม (Criticality index: CI) ดัชนีความรุนแรงของกิจกรรม (Duration cruciality index: DCI) ความน่าจะเป็นของต้นทุนโครงการ และความน่าจะเป็นของวันที่แล้วเสร็จของโครงการ



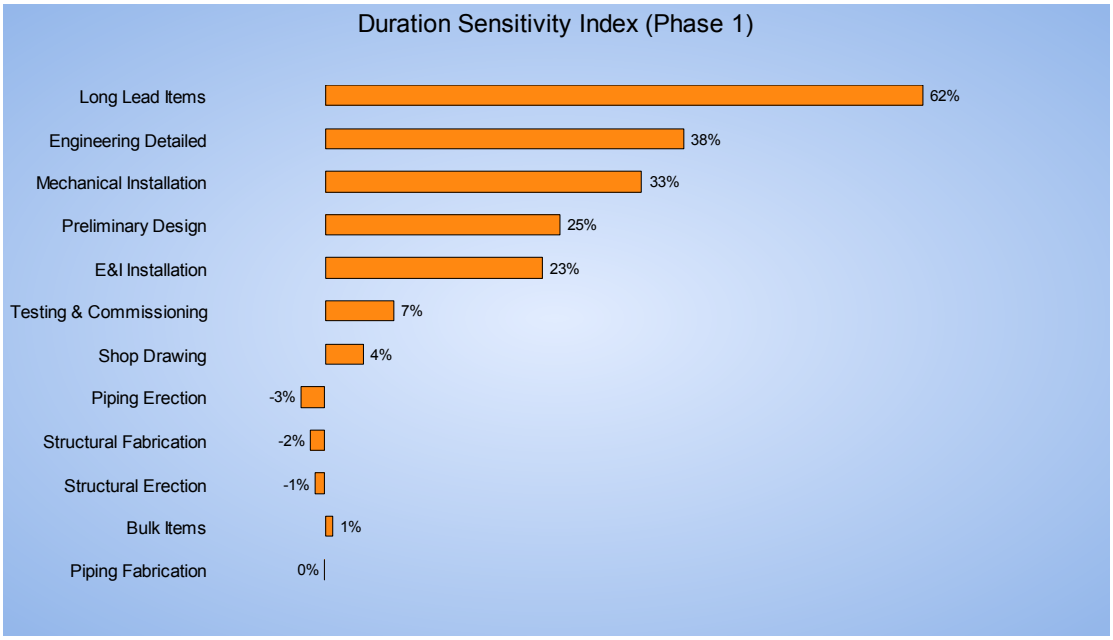
ภาพที่ 4-1 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรม (Phase 1)

Cost sensitivity index (CSI) ค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมจะเป็นตัวชี้วัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนของแต่ละกิจกรรมและต้นทุนทั้งหมดของโครงการนั้น ๆ การคำนวณความไวด้านต้นทุนของกิจกรรม โดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนทั้งหมดของโครงการและต้นทุนของแต่ละกิจกรรมที่อยู่ในแผนงาน

จากภาพที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิของ Long lead items และ Bulks Items นับเป็นกิจกรรมที่ค่าดัชนีความไวที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อของต้นทุนรวมของโครงการ เนื่องจากเป็นรายการที่มีการจัดซื้อจัดจ้างในวงเงินที่สูง ในขณะที่กิจกรรมที่มีค่าดัชนีเป็นลบจะไม่มีนัยสำคัญต่อต้นทุนรวมของโครงการ

Long lead items เป็นรายการวัสดุหรืออุปกรณ์ที่จะต้องสั่งซื้อในต่างประเทศ และเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีสินค้าคงคลัง (Ex-Stock) ผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายจะทำการผลิตก็ต่อเมื่อได้คำสั่งซื้อ (Mark to order) เท่านั้น จะใช้เวลาในการผลิต 6 ถึง 12 เดือนโดยประมาณ และการจัดส่งสินค้าส่วนใหญ่จะเป็นการจัดส่งทางเรือ (Sea freight) เนื่องจากมีขนาดที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากนั่นเอง และมีระยะเวลาในการจัดส่ง 4 ถึง 12 สัปดาห์ขึ้นอยู่กับว่าท่าเรือ (Port) ที่ใช้ในการจัดส่งอยู่ที่ประเทศใด

Bulks items เป็นรายการวัสดุหรืออุปกรณ์ที่อาจจะสั่งซื้อในต่างประเทศแถบเอเชีย หรือในประเทศก็ได้เป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีสินค้าคงคลัง และผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายจะใช้เวลาประมาณ 3 ถึง 4 เดือนในการจัดส่งสินค้า

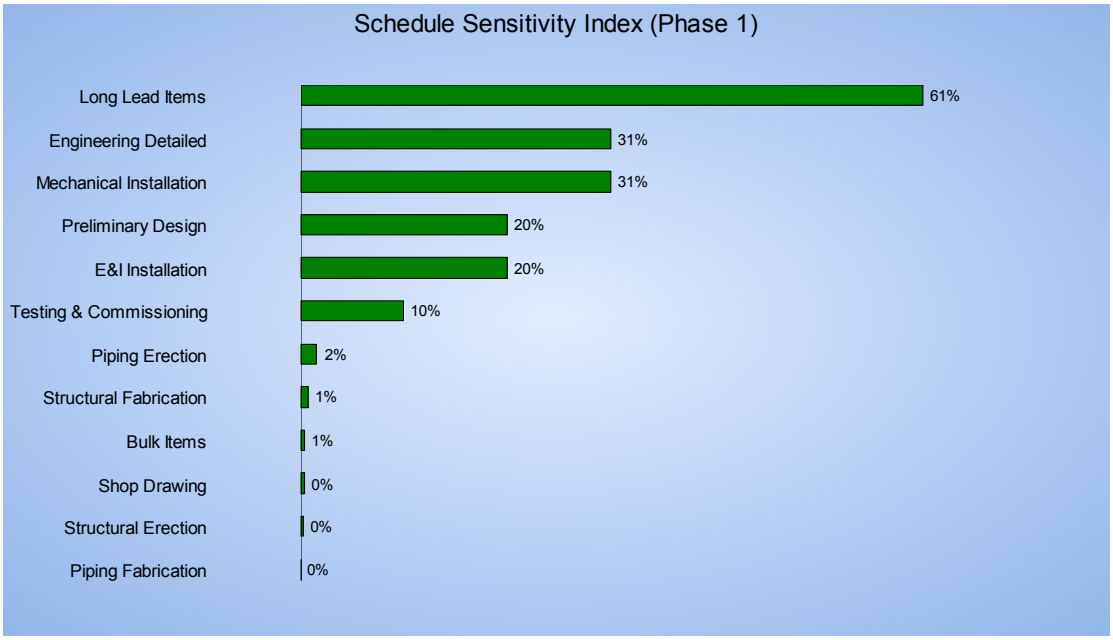


ภาพที่ 4-2 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรม (Phase 1)

Duration sensitivity index (DSI) ค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลา (เวลารวม) ของกิจกรรม เป็นตัวชี้วัดความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมและระยะเวลารวมของโครงการ

จากภาพที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิของ Long lead items เป็นกิจกรรมที่มีค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาสูงสุดและจะมีอิทธิพลมากที่สุดต่อระยะเวลารวมของโครงการ เนื่องจากเป็นรายการกิจกรรมที่ต้องทำการจัดซื้อจัดจ้างในต่างประเทศและใช้ระยะเวลาในการผลิตและจัดการส่ง 6 ถึง 12 เดือน ในขณะที่กิจกรรมที่มีค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาที่เป็นลบจะไม่มีนัยสำคัญต่อระยะเวลารวมของโครงการ

ข้อสังเกต กิจกรรมที่มีค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาที่มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าร้อยละ 5 จะเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติของโครงการ แต่บางกิจกรรมอาจเป็นกิจกรรมวิกฤติ แต่อยู่นอกโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ



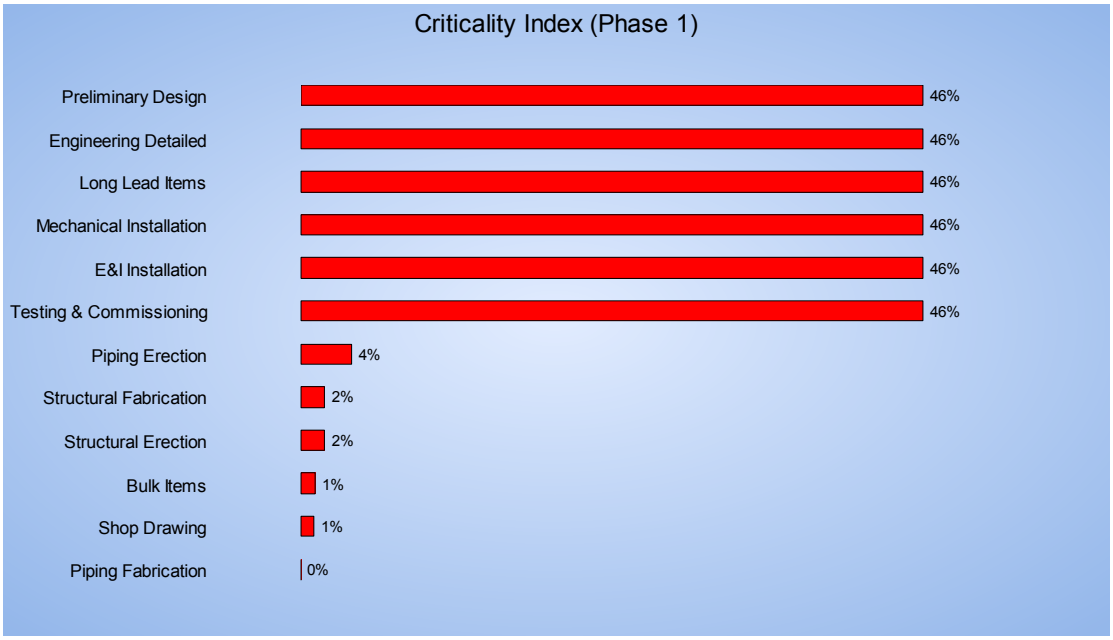
ภาพที่ 4-3 แผนภูมิดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรม (Phase 1)

Schedule sensitivity index (SSI) ค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรม จะเป็นการวัดของความไม่แน่นอนและความแปรปรวนของกิจกรรม เพื่อที่จะสามารถตีความได้ว่าเป็นภาพสะท้อนของโอกาสที่เป็นไปได้ เพื่อที่จะได้ปรับปรุงและแก้ไขตารางเวลาหรือระยะเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ แหล่งที่มาของความไม่แน่นอนจะได้รับการจัดการอย่างแข็งขัน ส่วนใหญ่เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ของ Monte carlo มีความสามารถในการตรวจสอบความแปรปรวน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกิจกรรมและเหตุการณ์ที่เป็นความเสี่ยงต่าง ๆ การรวมข้อมูลนี้กับข้อมูลวิกฤติช่วยให้สามารถทำการคำนวณหาค่าของดัชนีความไวด้านตารางเวลาตามสมการข้างล่าง

$$\text{SSI} = \frac{CI * \text{Standard deviation of Task duration}}{\text{Standard deviation of Project finish date}} \qquad (4\text{-}5)$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางเวลารวมมักจะสูงกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่เป็นความเสี่ยง และจะรวมเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะจำกัดว่า ค่า SSI เป็นค่าสูงสุดร้อยละ 100 และก็สามารถที่จะตั้งข้อสังเกตได้ว่าการคำนวณหาค่า SSI จะมีความคล้ายคลึงกับการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของผลกระทบสำหรับเหตุการณ์ความเสี่ยง สำหรับค่าวิกฤติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอาจได้รับการพิจารณาว่าคล้ายคลึงกับความน่าจะเป็น และผลกระทบ

ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่า PID (Probability and Impact scoring) SSI ที่เป็นตัวเลขมิติที่ไม่ได้มีความหมายในตัวเอง แต่ค่อนข้างจะมีพิธีการในการจัดอันดับคำสั่ง การจัดอันดับคำสั่งของกิจกรรมและความเสี่ยงโดยการใช้ SSI ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการระบุตัวขับเคลื่อนที่สำคัญที่จะทำให้ตารางเวลาเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมาย เป็นการจัดการที่มีแนวโน้มที่จะให้ผลประโยชน์ที่ดีที่สุดต่อผลลัพธ์ทางด้านตารางเวลา

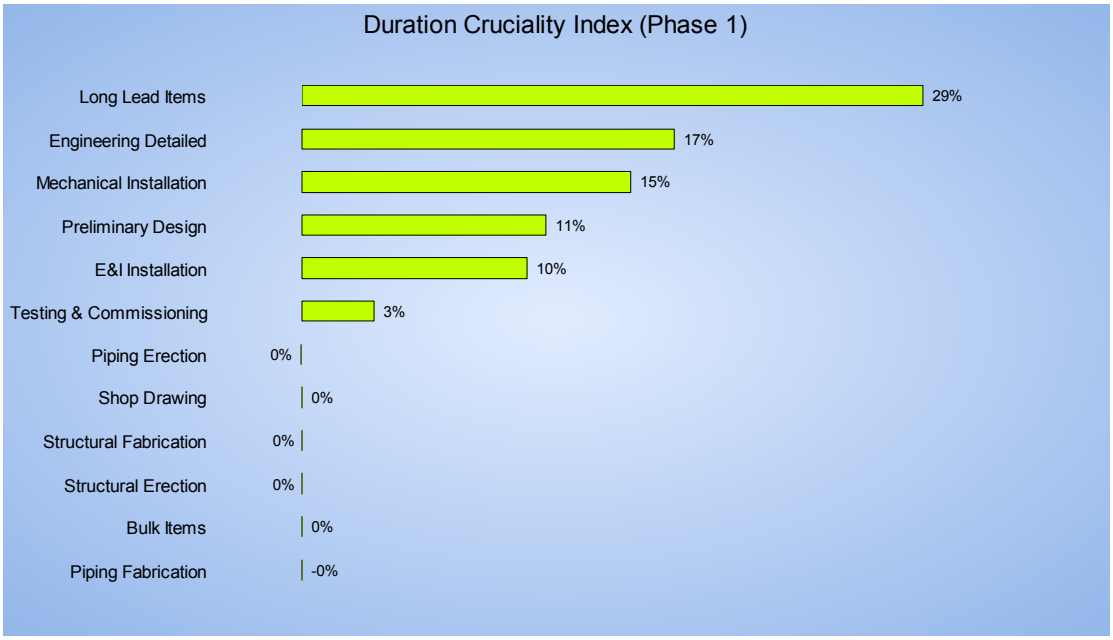


ภาพที่ 4-4 แผนภูมิดัชนีวิกฤติของกิจกรรม (Phase 1)

Criticality index (CI) ดัชนีวิกฤติ คือ สัดส่วนของจำนวนครั้งของการทดลองแบบจำลองความเสี่ยง (Simulation of risk model) ในกิจกรรมหรือเหตุการณ์ความเสี่ยงอยู่ในเส้นทางวิกฤติของตารางเวลา และกำหนดเป็นอัตราร้อยละ ดังนั้น มันจึงเป็นตัวชี้วัดของความน่าจะเป็นว่ากิจกรรมหรือเหตุการณ์ความเสี่ยงใดที่มีผลกระทบโดยตรงต่อผลลัพธ์ทางด้านตารางเวลาของกิจกรรม และส่วนใหญ่เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตารางเวลาสามารถที่จะแสดงผลลัพธ์ค่าวิกฤติสำหรับกิจกรรม แต่ยังมีเครื่องมือจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถทำการเช่นนี้ได้อย่างถูกต้องสำหรับเหตุการณ์ความเสี่ยง (เหตุการณ์ความเสี่ยงที่ไม่ควรจะมีค่าวิกฤติมากกว่าค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น นั่นคือ ถ้ามันจะเกิดก็เกิดขึ้นครึ่งของเวลา และมันก็จะเป็นวิกฤติตลอดเมื่อมันไม่วิกฤติ ค่าวิกฤติควรจะเป็นร้อยละ 50)

วิธีการหนึ่งในการที่จะระบุถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ทางด้านตารางเวลาที่มีอิทธิพลสูงสุดบนระยะเวลาของโครงการ นั่นคือ จำนวนของกิจกรรมและเหตุการณ์ความเสี่ยงในการลำดับค่าวิกฤติ และ Criticality index (CI) คือวิธีการแรกที่สามารถสอบผ่านในเรื่องนี้ได้ และมีประโยชน์สูงสุดในการใช้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เพื่อมุ่งเน้นในการปรับปรุงแก้ไขตารางเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด แต่ข้อจำกัดของ Criticality index (CI) คือ จะใช้เวลาในการนับจำนวนของผลกระทบในแต่ละกิจกรรมและเหตุการณ์ความเสี่ยงจากความแปรปรวนของผลลัพธ์ แต่ว่าวิธีการที่จะสามารถแก้ข้อจำกัดของ Criticality index (CI) คือ การใช้เทคนิคดัชนีความไวทางด้านตารางเวลา Schedule sensitivity index (SSI)

จากภาพที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิของกิจกรรรมทั้งหมดที่มีค่าดัชนีวิกฤติเท่ากัน คือ ร้อยละ 46 และกิจกรรมเหล่านี้เป็นกิกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ และค่าดัชนีวิกฤติทั้งหมดมีนัยสำคัญหรือมิอิทธิพลในทางลบต่อระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ไม่สามารถที่จะยอมให้กิจกรรมวิกฤติใดกิจกรรมวิกฤติหนึ่งล่าช้าไปจากเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มดำเนินงานโครงการ



ภาพที่ 4-5 แผนภูมิดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรม (Phase 1)

Duration cruciality index (DCI) ดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรมเป็นการนำเอาร้อยละของดัชนีความไวของระยะเวลา (DSI) แต่ละกิจกรรม คูณด้วยค่าดัชนีวิกฤติ (CI) ของกิจกรรมนั้น ๆ ดัง สมการ

$$\text{DCI} = \frac{SSI * CI}{100} \qquad (4\text{-}6)$$

ความพยายามของแผนภูมิดัชนีความรุนแรงด้านระยเวลาของกิจกรรม คือ การที่จะไม่เพียงแต่ที่จะแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่เป็นตัวขับเคลื่อนหรือตัวผลักดันเป้าหมายของโครงการให้เบี่ยงเบนไป เนื่องจากว่าเป็นกิจกรรมที่อยู่บนโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ แต่ยังมีตัวขับเคลื่อนที่สำคัญบางตัวอาจจะผลักดันเป้าหมายโครงการให้เบี่ยงเบนไปจากสัญญาว่าจ้าง ทั้ง ๆ ที่ตัวมันเองไม่ได้อยู่บนโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ แต่อาจจะแสดงตัวเป็นกิจกรรมที่มีเวลาลอยตัวเป็นศูนย์ (0 Float) เพราะค่าวิกฤติจะต้องมีเวลาลอยตัวเป็นศูนย์เสมอ กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นอาจเป็นกิจกรรมที่เป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญ แต่อย่างไรก็ตามมันก็ไม่ได้มีการขับเคลื่อนหรือผลักดันต่อเส้นทางวิกฤติโดยรวม

จำนวนเครื่องมือของ Monte carlo สามารถที่จะคำนวณค่า DCI (หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกิจกรรม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของวันที่สิ้นสุดโครงการ) โดยทั่วไปแล้วจะแสดงผลในรูปแบบของกราฟทอร์นาโด ค่า DCI สามารถนำมาใช้ในการจัดอันดับกิจกรรมและเหตุการณ์ความเสี่ยงในลักษณะที่คล้ายกับค่าดัชนีวิกฤติ (CI) และค่าดัชนีความไวทางด้านตารางเวลา (SSI) ข้อดีของการใช้เทคนิค Duration cruciality index (DCI) ก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อรายงานถึงผลลัพธ์ และข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือการชี้วัดค่า DCI นี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเทคนิคการสร้างแบบจำลองเชิงปริมาณอื่น ๆ ในขณะที่เทคนิค SSI จะใช้ได้เฉพาะเพื่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงของตารางเวลา แต่ข้อเสียหลักของการคำนวณค่า DCI คือ มีผู้ใช้งานจำนวนมากไม่เข้าใจในคณิตศาสตร์ ดังนั้น จึงไม่เต็มใจที่จะดำเนินการกับข้อมูลที่มีอยู่

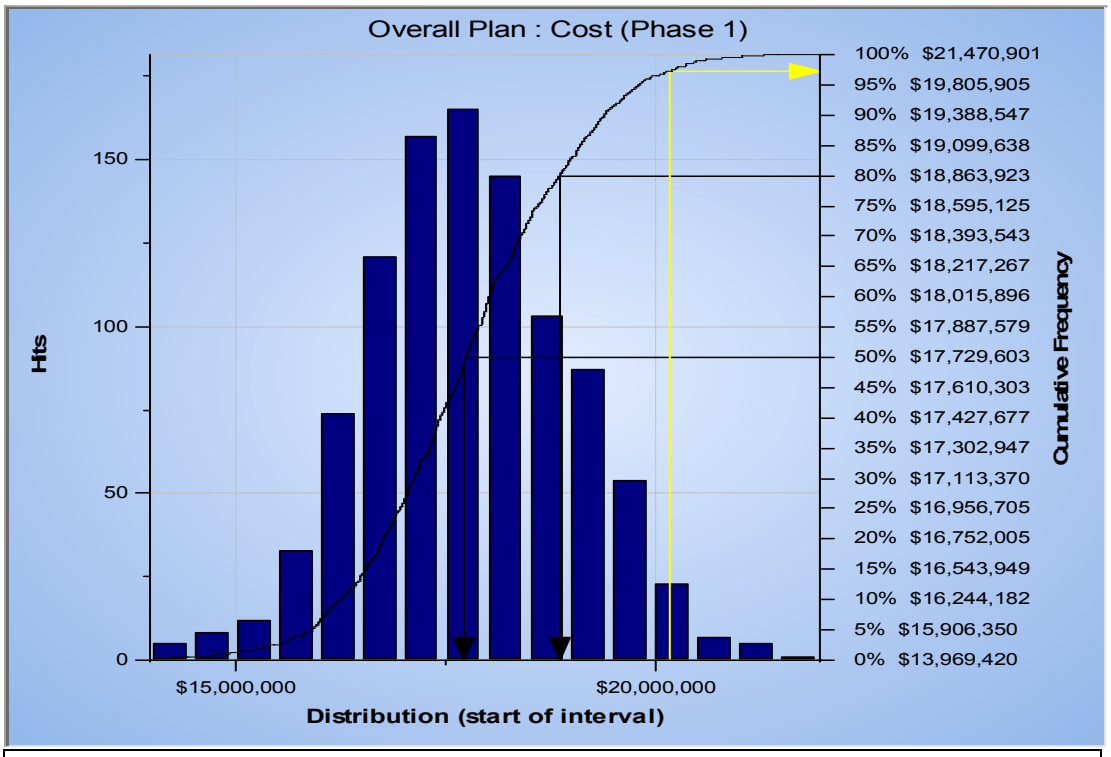
ตัวอย่างที่ 4-2 การหาค่าดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรม เช่น กิจกรรม Long Lead items มีค่าดัชนีความไวทางด้านระยะเวลา (SSI) เท่ากับร้อยละ 61 และมีค่าค่าดัชนีวิกฤติ (CI) เท่ากับร้อยละ 46 ดังนั้น จากสมการที่ 4-6 ค่าดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรม Long lead items จึงมีค่าเท่ากับ

$$\text{DCI} = \frac{61 * 46}{100}$$

$$= 28$$

ดังนั้น ค่าดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมจึงเท่ากับร้อยละ 28

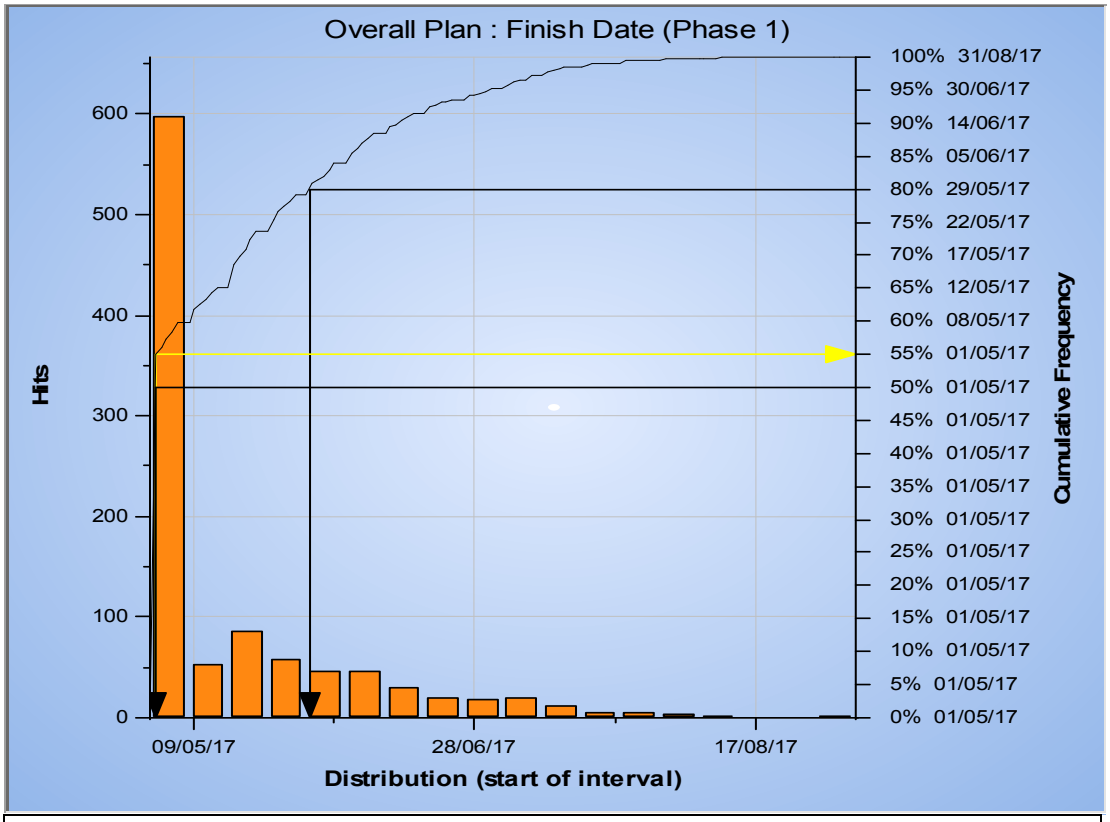
จากภาพที่ 4-5 แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิค่าดัชนีความรุนแรงด้านระยะเวลาของกิจกรรม Long lead items มีอิทธิพลสูงสุดต่อระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ และกิจกรรม Engineering detailed, Mechanical installation, Preliminary design, E & I installation และกิจกรรม Testing & Commissioning ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายเส้นทางวิกฤติ (Critical path network) ส่วนกิจกรรมที่มีค่า DCI เป็นศูนย์ เช่น กิจกรรม Piping erection, Structure erection, Shop drawing, Bulk items, Structure fabrication และ Piping fabrication เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้อยู่ในโครงข่ายเส้นทางวิกฤติ



Analysis	Statistics	Highlighters
Simulation: LHS	Minimum: $13,969,420	P50: $17,729,603
Iteration: 1000	Maximum: $21,470,901	Deterministic: 97%, $20,174,252
	Mean: $17,780,751	P80: $18,863,923
	Bar Width: $500,000	

ภาพที่ 4-6 แผนภูมิความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุนของโครงการ (Phase 1)

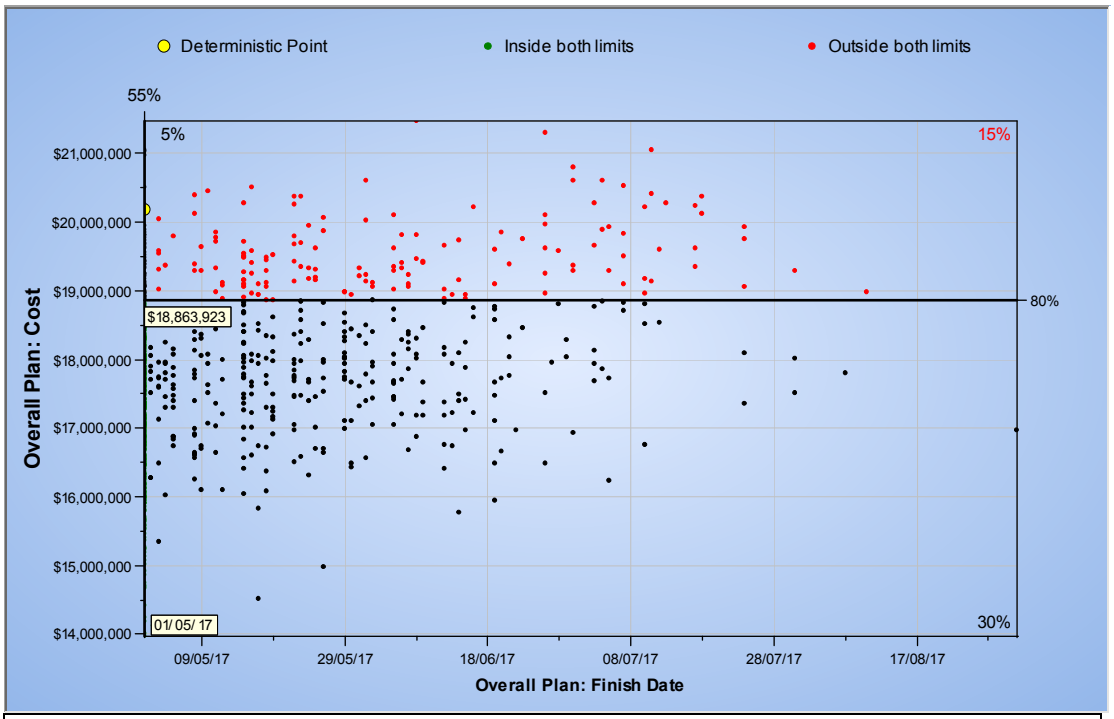
จากภาพที่ 4-6 แสดงถึงต้นทุนของโครงการที่ระดับความน่าจะเป็นในระดับต่าง ๆ เช่น ที่ระดับความน่าจะเป็น P50 (Probability 50%) จะใช้ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ $17,729,603 และที่ P80 (Probability 80%) จะใช้ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ $18,863,923 และจุดตัดสินหรือจุดกำหนด (Deterministic) ว่าโครงการจะแล้วเสร็จอยู่ที่ร้อยละ 97 และใช้ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ $20,174,252 ซึ่งต้นทุนจำนวน $20,174,252 ซึ่งเป็นต้นทุนทั้งหมดของโครงการที่จะใช้ในการบริหารโครงการให้เสร็จสมบูรณ์ แต่ในการที่จะดำเนินโครงการให้เสร็จสมบูรณ์จะต้องใช้เงินทุนทั้งหมดเท่ากับ $21,470,901 ซึ่งจะเบี่ยงเบนไปจากต้นทุนเท่ากับ $1,296,694



Analysis	Statistics	Highlighters
Simulation: LHS	Minimum: 01/05/17	P50: 01/05/17
Iteration: 1000	Maximum: 31/08/17	Deterministic: 55%, 01/05/17
	Mean: 14/05/17	P80: 29/05/17
	Bar Width: Week	

ภาพที่ 4-7 แผนภูมิความน่าจะเป็นของวันที่เสร็จสิ้นโครงการ

จากภาพที่ 4-7 แสดงให้เห็นถึงวันที่แล้วเสร็จของโครงการที่ระดับความน่าจะเป็นในระดับต่าง ๆ เช่น วันที่ในวันที่ 1 May 2017 โครงการมีระดับความน่าจะเป็นที่จะแล้วเสร็จที่ร้อยละ 50 และจุดตัดสินหรือจุดกำหนด (Deterministic) ว่าโครงการมีระดับความน่าจะเป็นที่จะแล้วเสร็จที่ร้อยละ 55 ในวันที่ 1 May 2017 และโครงการมีระดับความน่าจะเป็นที่จะแล้วเสร็จที่ร้อยละ 80 ในวันที่ 29 May 2017 และวันที่ 31 August 2017 เป็นวันที่โครงการจะเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งจะเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมายเท่ากับ 122 วัน



Analysis	Correlations	Highlighters	
Simulation: LHS	Pearson's: 36.0%	x-axis:	55% 01/05/17
Iteration: 1000	Spearman's: 34.2%	y-axis:	80% $18,863,923
		Inside both limits:	50%
		Outside both limits:	15%

ภาพที่ 4-8 แผนภาพกระจาย (Scatter plot) Phase 1

จาก ภาพที่ 4-8 แสดงถึงความสัมพันธ์ที่เป็นลบ หมายถึง ถ้า x เพิ่มจะทาให้ y มีค่าลดลง หรือถ้า x มีค่าลดลงจะมีผลทาให้ y มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสองผลลัพธ์ทางด้านต้นทุนและระยะเวลาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง ทุก ๆ จุดบนแผนภาพกระจายเป็นตัวแทน

ค่าสองค่าสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงในหนึ่งรอบ จำนวนรวมของจุดจะเท่ากับจำนวนรอบของการวิเคราะห์ที่ถูกเรียกใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง

จากแผนภาพแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน (แกน y) และระยะเวลาของโครงการ (แกน x) โดยที่โครงการมีความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 55 ที่โครงการจะแล้วเสร็จในวันที่ 01/05/17 และมีความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 80 ที่จะต้องใช้ต้นทุนในการบริหารเป็นเงิน $18,863,923

ระดับของความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์จะถูกระบุโดย Spearman's rank correlation coefficient method และ Pearson’s product moment correlation coefficient method

ผลการวิเคราะห์ช่วงที่ 2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงในด้านต้นทุนและระยะเวลาของโครงการได้ถูกดำเนินการในจำนวนสิบสองกิจกรรมที่ประกอบไปด้วยเหตุการณ์ที่เป็นความเสี่ยงจำนวนสิบสี่ความเสี่ยงตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะมีเกณฑ์ในการกำหนดระดับของความน่าจะเป็น ระดับผลกระทบ ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ และการกระจายความแปรปรวนต่อต้นทุนและระยะเวลาโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก

การวิเคราะห์ทำให้ได้ระดับของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Probability scales) ระดับของผลกระทบ (Impact scales) และคะแนนความน่าจะเป็นและผลกระทบ (Probability and Impact scoring: PID) ดังที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4-9

(ภาพที่ 4-9 ถึง ภาพที่ 4-23) จะอธิบายถึงผลลัพธ์ที่เป็นค่าดัชนีหรือค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้มีการขึ้นทะเบียนความเสี่ยงไว้ เช่น ดัชนีความไวทางด้านต้นทุนของกิจกรรม ดัชนีความไวทางด้านระยะเวลาของกิจกรรม ดัชนีความไวทางด้านตารางเวลาของกิจกรรม ดัชนีวิกฤติของกิจกรรม ดัชนีความสำคัญของกิจกรรม ความน่าจะเป็นของต้นทุนโครงการ ความน่าจะเป็นของวันที่เสร็จสิ้นโครงการ

Probability Scale

Very Low	Low	Medium	High	Very High
Up to 10%	10% to 30%	30% to 50%	50% to 70%	70% or higher

Impact Scales and Types

	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Schedule*	Up to 5	5 to 10	10 to 20	20 to 40	40 or higher
Cost*	Up to $30,000	$30,000 to $75,000	$75,000 to $150,000	$150,000 to $300,000	$300,000 or higher
Performance*	Acceptable, under monitoring	Acceptable, under controlling	Acceptable, under risk transfer	May be acceptable, must be risk reduce	Not acceptable, must be avoid

* means impact is used in scoring

ภาพที่ 4-9 ระดับความน่าจะเป็นและระดับผลกระทบ

Probability	Impact Very Low	Low	Medium	High	Very High
Very High	6	12	18	36	72
High	4	7	14	28	56
Medium	3	5	10	20	40
Low	2	3	6	12	24
Very Low	1	1	2	4	8

Key

Up to 5	5 to 23	23 to 35	35 to 50	50 or higher

ภาพที่ 4-10 คะแนนความเสี่ยง (Risk Scoring) Probability and Impact scoring (PID)

	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Very High					
High					
Medium		Failure to secure LLI , Poor productivity	Design Change		Poor understanding in Detail & Spec., Late Delivery of LLI
Low		Equipment Defects, Conflict in Organization	Lack of Senior Engineers, Lack of Skilled Labor	Testing Fails	
Very Low		Unclear on Planning package, Uncontrolled			Late freezing of Basis Design, Late comment of Vendor's Drawings

ภาพที่ 4-11 เมตริกความเสี่ยง (Risk matrix)

Impact / Probability	Very Low ≤10	Low ≤15	Medium ≤29	High 35-50	Very High ≥50
Very High > 70%					
High 30% ≥ 50%					
Medium 30% ≥ 50%		(D) Failure to secure LLI (J, K) Poor productivity	(B) Design Change		(B) Poor understand in Detail &Spec., (D) Late Delivery of LLI
Low 10% ≥ 30%		(J, K) Equipment Defects, (J, K) Conflict in Organization	(B) Lack of Senior Engineers, (J, K) Lack of Skill Labor	(L) Testing Fails	
Very Low ≤10%		(B) Unclear on Planning package, (J, K) Uncontrolled			(A) Late freezing of Basis Design, (D) Late comment of Vendor's Drawings

ภาพที่ 4-12 เมตริกแจกแจงความเสี่ยง (Risk distribution matrix)

จากภาพที่ 4-12 สามารถที่จะอธิบายได้ว่าในกิจกรรมหนึ่ง ๆ จะมีความเสี่ยงมากกว่าหนึ่งความเสี่ยง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และผลกระทบก็จะมีความรุนแรงที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้ค่าสูงสุดของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และผลกระทบสูงสุด เป็นเกณฑ์ ในการที่จะกำหนดว่ากิจกรรมใดมีความเสี่ยงในระดับใดและความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ร้อยละเท่าไร

กิจกรรม (A) Preliminary design หรือการออกแบบเบื้องต้นมีระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 8 และมีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เท่ากับร้อยละ 5 ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงและมีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อยู่ในระดับที่ต่ำมาก มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ 1 ครั้งใน 5 ปี

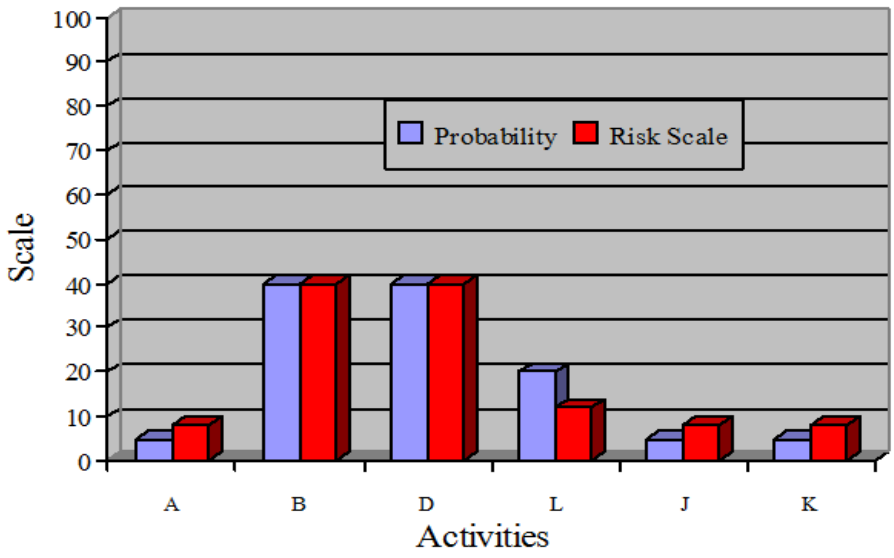
กิจกรรม (B) Engineering detailed หรือการออกแบบในรายละเอียดของงานวิศวกรรมมีระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 40 และมีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่สูงมาก มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์มากกว่า 1 ครั้งใน 1 ปี

กิจกรรม (D) Long lead item หรือรายการที่มีระยะเวลาในการจัดซื้อจัดจ้างที่ยาวนาน โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาน 6 ถึง 12 เดือนเป็นอย่างต่ำ จะมีระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 40 และมี

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่สูงมาก มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์มากกว่า 1 ครั้งใน 1 ปี

กิจกรรม (L) Testing & Commissioning หรือการทดสอบและตรวจสอบ จะมีระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 12 และมีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เท่ากับร้อยละ 20 ถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ 1 ครั้งใน 1 ปี

กิจกรรม (J) Mechanical installation หรือการติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ และกิจกรรม (K) E & I installation หรือการติดตั้งงานไฟฟ้าและระบบควบคุม จะมีระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 8 และมีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เท่ากับร้อยละ 5 ถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ต่ำมาก มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ 1 ครั้งใน 5 ปี



ภาพที่ 4-13 แผนภูมิความน่าจะเป็นและระดับความเสี่ยงของกิจกรรม

จากภาพที่ 4-13 กิจกรรม (B) Engineering detailed หรือการออกแบบในรายละเอียดของงานวิศวกรรมและกิจกรรม (D) Long lead item หรือรายการที่มีระยะเวลาในการจัดซื้อจัดจ้างที่ยาวนานเป็นกิจกรรมที่มีความน่าจะเป็นหรือความน่าจะเกิดขึ้นของเหตุการณ์และมีความเสี่ยงสูงสุดต่อต้นทุนและระยะเวลาดำเนินโครงการ ฯ ทั้งนี้เพราะถ้าหากการออกแบบในรายละเอียดของงานวิศวกรรมมีความผิดพลาดหรือไม่มีความละเอียดพอก็จะส่งผลต่อการทำ Shop drawing หรือแบบรูปในการประกอบชิ้นงานผิดพลาดทำให้ไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้ ส่วนกิจกรรม (D) Long lead item หากผู้ผลิตมีการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงตามกำหนดการก็จะส่งผลให้การส่งมอบงานต่อ

เจ้าของโครงการ ฯ ไม่ทันตามกำหนดการที่วางไว้และจะส่งผลให้ผู้รับเหมาเสียค่าปรับตามที่ได้ตกลงไว้ในสัญญาว่าจ้าง

ตารางที่ 4-2 คะแนนความเสี่ยง (Risk scoring)

อันดับ	ความเสี่ยง	ความน่าจะเป็น (%)	ผลกระทบ
1	Poor understanding in detail & spec.	40	40
	Late delivery of LLI	40	40
2	Testing fails	20	12
3	Design change	40	10
4	Late comment of vendor's drawings	5	8
	Late freezing of basis design	5	8
5	Lack of skilled labor	20	6
	Lack of senior engineers	20	6
6	Failure to secure LLI	40	5
	Poor productivity	40	5
7	Equipment defects	20	3
	Conflict in organization	20	3
8	Unclear on planning package	5	1
9	Uncontrolled	5	1

หมายเหตุ: ความเสี่ยงที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นความเสี่ยงที่อยู่ในกิจกรรมวิกฤติ

ค่าพารามิเตอร์ของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ความเสี่ยงและผลกระทบในตารางที่ 4-2 จะถูกนำไปแจกแจงและอธิบายถึงรายละเอียดในการประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) ของแต่ละปัจจัยความเสี่ยง ระดับของความน่าจะเกิดของเหตุการณ์หรือความน่าจะเป็น ความถี่ในการเกิดและความรุนแรงของผลกระทบ ดังที่ได้อธิบายไว้ในตารางที่ 4-3 ถึง ตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-3 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ (Likelihood) ในเชิงพรรณนา

ความเสี่ยง	ความน่าจะเป็น	ความหมาย
Poor understanding in detail & spec.	ปานกลาง	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Late delivery of LLI	ปานกลาง	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Lack of skilled labor	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Design change	ปานกลาง	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Testing fails	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Late comment of vendor's drawings	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Late freezing of basis design	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Lack of senior engineers	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Failure to secure LLI	ปานกลาง	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Poor productivity	ปานกลาง	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Equipment defects	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Conflict in organization	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Unclear on planning package	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Uncontrolled	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม

หมายเหตุ: ความเสี่ยงที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นความเสี่ยงที่อยู่ในกิจกรรมวิกฤติ

จากตารางที่ 4-3 สรุปได้ว่าความน่าจะเป็นหรือความน่าจะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงสามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน ได้แก่ Poor understanding in detail & spec., Late delivery of LLI, Design change, Failure to secure LLI และ Poor productivity

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม ได้แก่ Lack of skilled labor, Testing fails, Lack of senior engineers, Equipment defects และ Conflict in organization

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม ได้แก่ Late comment of vendor's drawings, Late freezing of basis design, Unclear on planning package และ Uncontrolled

ตารางที่ 4-4 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ (Likelihood) ในเชิงปริมาณ

ความเสี่ยง	ความน่าจะเป็น (%)	ความหมาย
Poor understanding in detail & spec.	40	1 ครั้งใน 1 ปี
Late delivery of LLI	40	1 ครั้งใน 1 ปี
Lack of skilled labor	20	1 ครั้งใน 2 ถึง 3 ปี
Design change	40	1 ครั้งใน 1 ปี
Testing fails	20	1 ครั้งใน 2 ถึง 3 ปี
Late comment of vendor's drawings	5	1 ครั้งใน 5 ปี
Late freezing of basis design	5	1 ครั้งใน 5 ปี
Lack of senior engineers	20	1 ครั้งใน 2 ถึง 3 ปี
Failure to secure LLI	40	1 ครั้งใน 1 ปี
Poor productivity	40	1 ครั้งใน 1 ปี
Equipment defects	20	1 ครั้งใน 2 ถึง 3 ปี
Conflict in organization	20	1 ครั้งใน 2 ถึง 3 ปี
Unclear on planning package	5	1 ครั้งใน 5 ปี
Uncontrolled	5	1 ครั้งใน 5 ปี

หมายเหตุ: ความเสี่ยงที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นความเสี่ยงที่อยู่ในกิจกรรมวิกฤติ

จากตารางที่ 4-4 สรุปได้ว่าความถี่ของความน่าจะเป็นหรือความน่าจะเกิดของเหตุการณ์ความเสี่ยงสามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มมีเหตุการณ์เกิดขึ้นไม่เกิน 1 ครั้งในระยะเวลา 1 ปี ได้แก่ Poor understanding in detail & spec., Late delivery of LLI, Design change, Failure to secure LLI และ Poor productivity

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มมีเหตุการณ์เกิดขึ้นไม่เกิน 1 ครั้งในระยะเวลา 2 ถึง 3 ปี ได้แก่ Lack of skilled labor, Testing fails, Lack of senior engineers, Equipment defects และ Conflict in organization

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มมีเหตุการณ์เกิดขึ้นไม่เกิน 1 ครั้งในระยะเวลา 5 ปี ได้แก่ Late comment of vendor's drawings, Late freezing of basis design, Unclear on planning package และ Uncontrolled

ตารางที่ 4-5 ระดับผลกระทบ (Risk impact) ในเชิงพรรณนา

ความเสี่ยง	ผลกระทบ	ความหมาย
Poor understanding in detail & spec.	สูงมาก	ไม่สามารถยอมรับได้ ต้องหลีกเลี่ยง
Late delivery of LLI	สูงมาก	ไม่สามารถยอมรับได้ ต้องหลีกเลี่ยง
Lack of skilled labor	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Design change	ปานกลาง	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Testing fails	ปานกลาง	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการถ่ายโอน
Late comment of vendor's drawings	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Late freezing of basis design	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Lack of Senior Engineers	ต่ำ	พอยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Failure to secure LLI	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Poor productivity	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Equipment defects	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Conflict in organization	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Unclear on planning package	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม
Uncontrolled	ต่ำมาก	ยอมรับได้ แต่ต้องมีการควบคุม

หมายเหตุ: ความเสี่ยงที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นความเสี่ยงที่อยู่ในกิจกรรมวิกฤติ

จากตารางที่ 4-5 สรุปได้ว่าความถี่ของความน่าจะเป็นหรือความน่าจะเกิดของเหตุการณ์ความเสี่ยงสามารถแยกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบสูงมาก ได้แก่ Poor understanding in detail & spec. และ Late delivery of LLI

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบปานกลาง ได้แก่ Design change และ Testing fails

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบต่ำ ได้แก่ Lack of skilled labor, Late comment of vendor's drawings, Late freezing of basis design และ Lack of senior engineers

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบต่ำมาก ได้แก่ Failure to secure LLI, Poor productivity, Equipment defects, Conflict in organization, Unclear on planning package และ Uncontrolled

ตารางที่ 4-6 ระดับผลกระทบ (Risk impact) ในเชิงปริมาณ

ความเสี่ยง	ผลกระทบ	ผลกระทบต่อต้นทุน ($)	ผลกระทบต่อเวลา (วัน)
Poor understanding in detail & spec.	40	450,000	30
Late delivery of LLI	40	450,000	60
Lack of skilled labor	6	112,500	15
Design change	10	101,250	9
Testing fails	12	225,000	30
Late comment of vendor's drawings	8	450,000	60
Late freezing of basis design	8	450,000	15
Lack of senior engineers	6	112,500	15
Failure to secure LLI	5	52,500	7
Poor productivity	5	52,500	7
Equipment defects	3	52,500	0
Conflict in organization	3	52,500	0
Unclear on planning package	1	0	0
Uncontrolled	1	0	0

หมายเหตุ: ความเสี่ยงที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นความเสี่ยงที่อยู่ในกิจกรรมวิกฤติ

จากตารางที่ 4-6 สรุปได้ว่าระดับผลกระทบของความเสี่ยงสามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการในระดับที่สูง เนื่องจากเป็นความที่มีการกระจายตัวอยู่ในกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายเส้นทางวิกฤติ ได้แก่ Poor understanding in detail & spec., Late delivery of LLI, Lack of skilled labor,

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการในระดับปานกลางและอยู่ในกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายเส้นทางวิกฤติ ไดแก่ Testing fails, Late comment of vendor's drawings, Late freezing of basis design และ Lack of senior engineers

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มมีระดับผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการในระดับที่ต่ำมาก เนื่องจากความเสี่ยงเหล่านั้นไม่ได้อยู่ในกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายเส้นทางวิกฤติได้แก่

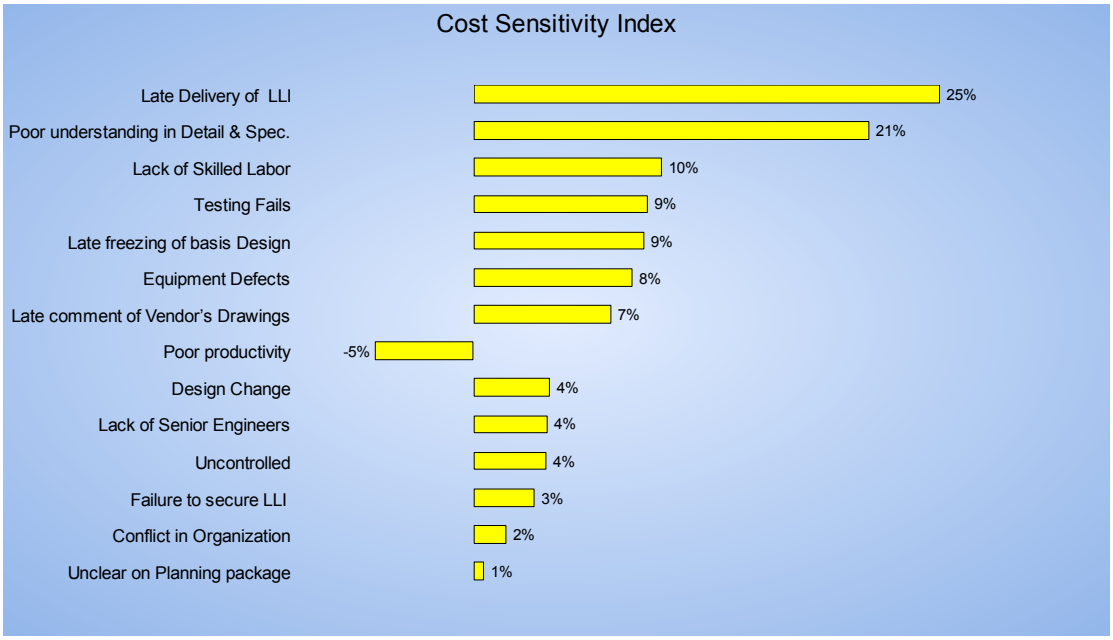
Design change, Failure to secure LLI, Poor productivity, Equipment defects, Conflict in organization, Unclear on planning package และ Testing fails

Late comment of vendor's drawings และ Late delivery of LLI ความล่าช้าในการแสดงความคิดเห็นต่อแบบรูปของผู้ผลิต และการจัดส่งอุปกรณ์ที่ล่าช้าจะส่งผลกระทบต่องานติดตั้งอุปกรณ์ที่จะต้องมีการจัดซื้อจัดจ้างจากต่างประเทศ และถ้าหากงานติดตั้งอุปกรณ์มีความล่าช้าไปกว่ากำหนดการที่วางไว้ จะส่งผลกระทบต่อการติดตั้งกิจกรรมตามหลัง เช่น งานติดตั้งท่อระบบ (Piping Erection) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและควบคุม (E & I installation) และท้ายสุดคือ งานทดสอบระบบ (Testing and Commissioning)

Late freezing of basis design, Poor understanding in detail & spec. และ Design change ความไม่นิ่งของสมมุติฐานในการออกแบบ ความไม่เข้าใจในรายละเอียดและข้อกำหนดของโครงการและการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ จะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary design) กิจกรรมการออกแบบรายละเอียดด้านวิศวกรรมและถ้าหากกิจกรรมทั้งสองมีความล่าช้าก็จะส่งผลกระทบต่อทุก ๆ กิจกรรมที่มีอยู่ในโครงและสุดท้ายจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

Lack of skilled labor ความเสี่ยงทางด้านการขาดแคลนแรงงานฝีมือจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมจำนวนมากที่มีอยู่ในโครงมากที่สุด เช่น กิจกรรมประกอบโครงสร้าง (Structure fabrication) งานติดตั้งโครงสร้าง (Structure erection) งานประกอบท่อระบบ (Piping fabrication) งานติดตั้งท่อระบบ (Piping erection) งานติดตั้งอุปกรณ์ (Mechanical installation) และงานติดตั้งระบบไฟฟ้าและควบคุม (E & I installation)

Testing fails & Lack of senior engineers ความล้มเหลวของการทดสอบงานระบบและการขาดแคลนวิศวกรชำนาญการ จะมีผลกระทบต่อกิจกรรมงานทดสอบระบบไม่สามารถที่จะส่งมอบโครงการทันตามกำหนดตามที่ได้ระบุไว้ในสัญญาว่าจ้าง



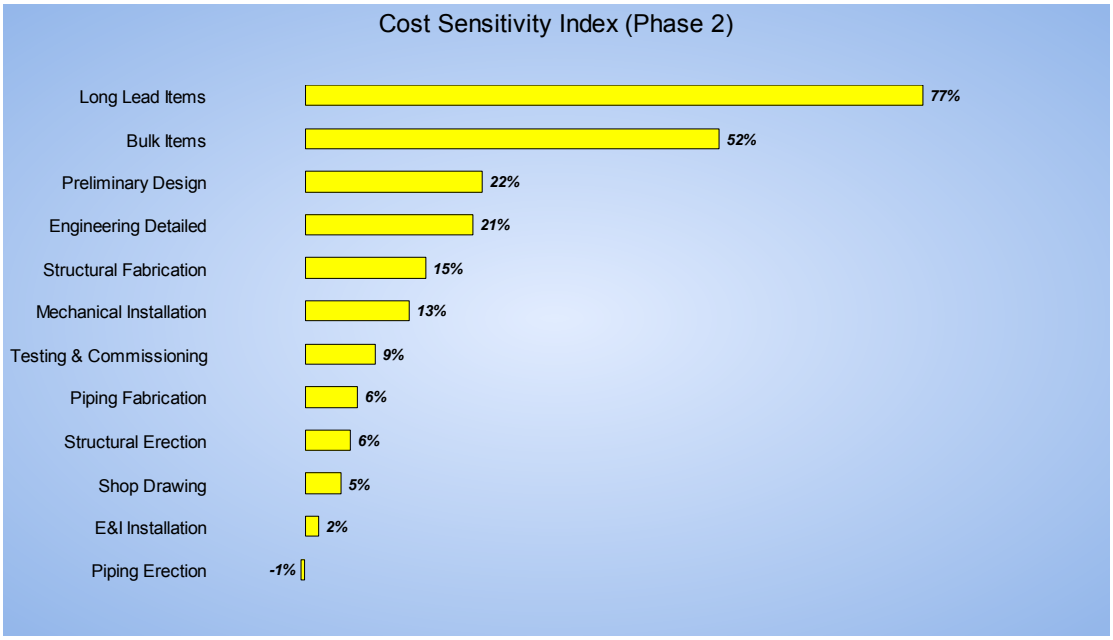
ภาพที่ 4-14 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของความเสี่ยง

Cost sensitivity index (CSI) ดัชนีความไวของต้นทุนความเสี่ยงจะถูกกระจายไปอยู่ในแต่ละกิจกรรมตามที่ได้ขึ้นทะเบียนความเสี่ยงไว้ ซึ่งในหนึ่งกิจกรรมอาจจะมีความเสี่ยงได้มากกว่าหนึ่งความเสี่ยง และสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของความเสี่ยงที่มีการกระจายตัวอยู่ในกิจกรรมวิกฤติ เช่น Poor understanding in detail & spec., Late delivery of LLI, Lack of skilled labor, Design change, Testing fails, Late comment of vendor's drawings, Late freezing of basis design, Lack of senior engineers, Failure to secure LLI, Poor productivity, Equipment defects และ Conflict in organization

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของความเสี่ยงที่มีการกระจายตัวอยู่ในกิจกรรมไม่วิกฤติ เช่น Unclear on planning package และ Uncontrolled

จากภาพที่ 4-14 แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิของความเสี่ยงทั้งหมดที่มีอิทธิพลต่อโครงการทั้งในด้านต้นทุนและระยะเวลารวมของโครงการ แผนภูมิของ Poor understanding in detail & spec (ความไม่เข้าใจในรายละเอียดและข้อกำหนดของงาน) Lack of skilled labor (การขาดแคลนแรงงานฝีมือ) และ Late delivery of Long lead items (การจัดส่งอุปกรณ์ที่ล่าช้า) จะที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการสูงสุด



ภาพที่ 4-15 แผนภูมิดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

จากแผนภูมิ ค่าดัชนีความไวทางด้านต้นทุนของกิจกรรมได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากว่า กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเสี่ยงที่มีและกระจายตัวของความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม ทั้งนี้ค่าดัชนีความไวทางด้านต้นทุนของกิจกรรมทั้งหมดจะมีค่ามากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความเสี่ยงนั้น ๆ

จากภาพที่ 4-15 แสดงให้เห็นว่ายังคงเป็นแผนภูมิของกลุ่มกิจกรรมที่เป็นวิกฤติ และยังคงเป็นกลุ่มของกิจกรรมที่ค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนสูงสุดต่อต้นทุนรวมของโครงการ

จากตารางที่ 4-7 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิกรรมในระยะที่ 2 (CSI Phase 2) มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกิจกรรม ยกเว้นกิจกรรม Long lead items และ Bulk items เท่านั้นที่มีค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ก็ยังคงเป็นกิจกรรมที่มีความรุนแรงหรือมีอิทธิพลสูงสุดต่อต้นทุนรวมของโครงการ

ตารางที่ 4-7 ตารางค่า CSI Phase 1 และ CSI Phase 2

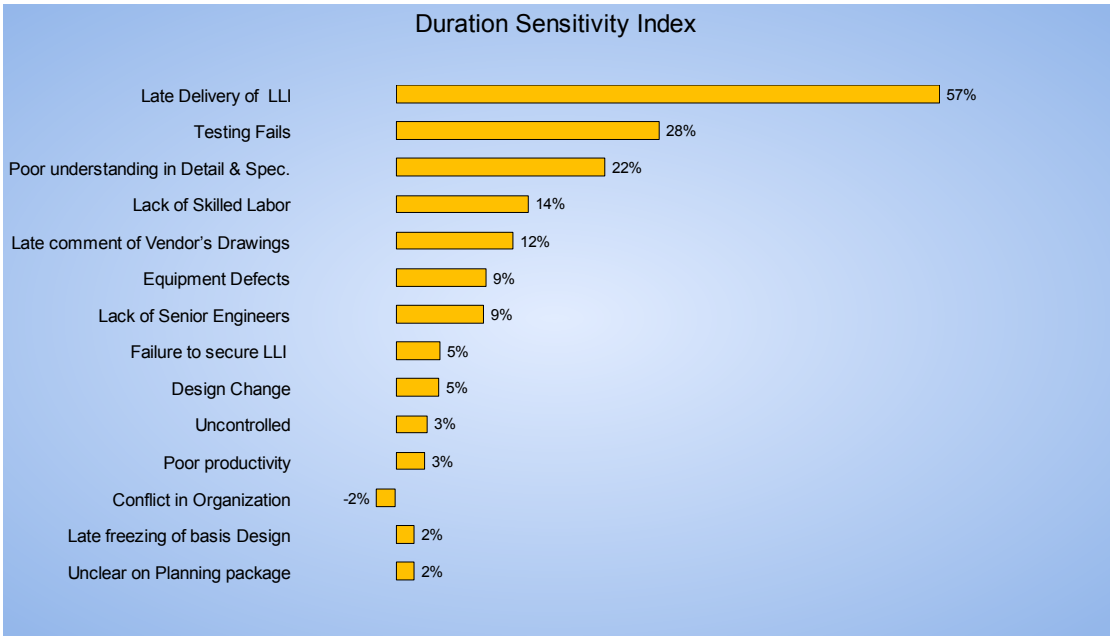
Activities	ค่า CSI Phase 1 (%)	ค่า CSI Phase 2 (%)	ผลต่าง (%)
Preliminary design	2	22	20
Engineering detailed	3	21	18
Shop drawing	2	5	3
Long lead items	81	77	-4
Bulk items	61	52	-9
Structure fabrication	-2	15	17
Structure erection	-1	6	7
Piping fabrication	10	6	-4
Piping erection	1	-1	-2
Mechanical installation	-4	13	17
E & I installation	-3	2	5
Testing & Commissioning	5	9	4

หมายเหตุ: กิจกรรมที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ค่า CSI Phase 1 = ค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมที่ไม่มีความเสี่ยง

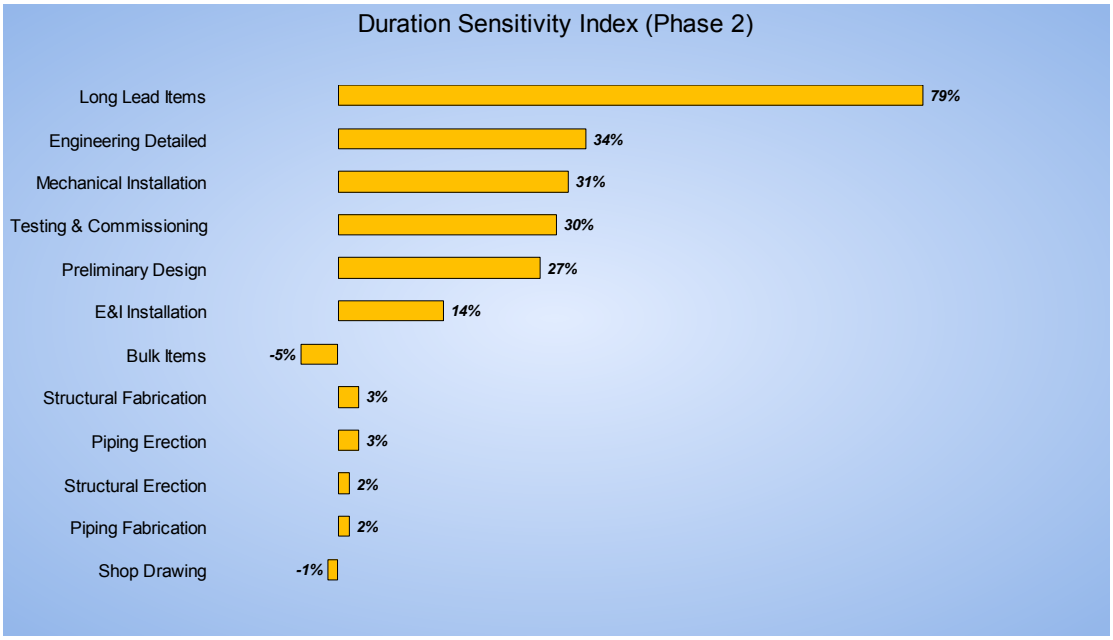
ค่า CSI Phase 2 = ค่าดัชนีความไวด้านต้นทุนของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

ผลต่าง = ค่า CSI Phase 2 – ค่า CSI Phase 1



ภาพที่ 4-16 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของความเสี่ยง

จากภาพที่ 4-16 แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของความเสี่ยงที่มีอิทธิพลหรือผลกระทบต่อค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรม ดังนี้ Poor understanding in detail & spec. และ Late freezing of basis design ส่งผลกระทบต่อ Preliminary design, Unclear on planning package, Failure to secure LLI, Late delivery of LLI และ Late comment of vendor's drawings ส่งผลกระทบต่อ Long lead items, Design change, Poor productivity และ Conflict in organization ส่งผลกระทบต่อ Structure fabrication, Structure erection, Piping fabrication และ Piping erection, Poor productivity, Conflict in organization และ Testing fails ส่งผลกระทบต่อ Testing & Commissioning



ภาพที่ 4-17 แผนภูมิดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

Duration sensitivity index แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมทั้งหมดที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากว่า กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเสี่ยงที่มีและกระจายตัวของความเสี่ยงอยู่ในแต่ละกิจกรรม (ดูตารางที่ 4-8) ทั้งนี้ค่าดัชนีความไวทางด้านระยะเวลาของกิจกรรมจะมีค่ามากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความเสี่ยงนั้น ๆ

จากภาพที่ 4-17 แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิของ Long lead items และ Engineering detailed เป็นกิจกรรมที่ค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาสูงสุดต่อระยะเวลารวมของโครงการ

จากตารางที่ 4-8 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิกรรมทั้งหมดในระยะที่ 2 (DSI Phase 2) มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกิจกรรม นั่นหมายถึงว่า เมื่อกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นได้รับความเสี่ยงต่าง ๆ เข้ามารบกวน ส่งผลให้ค่าดัชนีความไวของระยะเวลากิกรรมมีความรุนแรงหรือมีอิทธิพลต่อระยะเวลารวมของโครงการ ยกเว้นกิจกรรม Engineering detailed, Shop drawing และ Mechanical installation เท่านั้นที่มีค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมลดลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4-8 ตารางค่า DSI Phase 1 และ DSI Phase 2

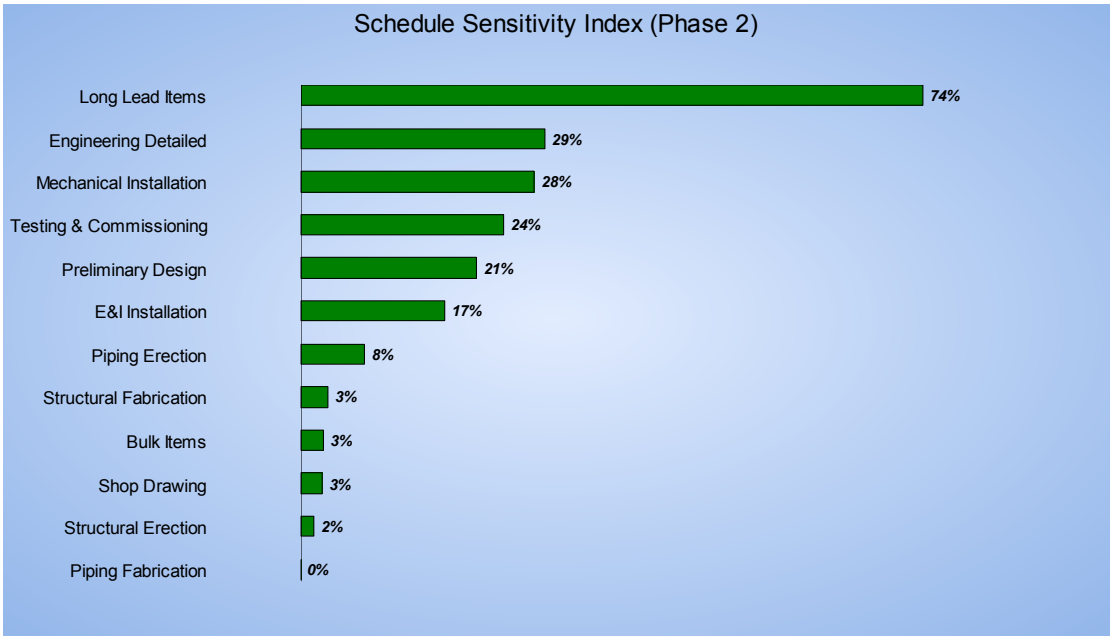
Activities	ค่า DSI Phase 1 (%)	ค่า DSI Phase 2 (%)	ผลต่าง (%)
Preliminary design	25	27	2
Engineering detailed	38	34	-4
Shop drawing	4	-1	-5
Long lead items	62	79	17
Bulk items	1	-5	-6
Structure fabrication	-2	3	5
Structure erection	-1	2	3
Piping fabrication	0	2	2
Piping erection	-3	3	6
Mechanical installation	33	31	-2
E & I installation	23	14	-9
Testing & Commissioning	7	30	23

หมายเหตุ: กิจกรรมที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ค่า DSI Phase 1 = ค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมที่ไม่มีความเสี่ยง

ค่า DSI Phase 2 = ค่าดัชนีความไวด้านระยะเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

ผลต่าง = ค่า DSI Phase 2 – ค่า DSI Phase 1



ภาพที่ 4-18 แผนภูมิดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

Schedule sensitivity index (SSI) จากภาพที่ 4-18 แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรมทั้งหมดที่มีความเสี่ยง และการที่ค่าดัชนีต่าง ๆ ได้มีการเปลี่ยนแปลงไป (ดูตารางที่ 4-9) ทั้งนี้เนื่องจากว่า กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเสี่ยงที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ และการกระจายตัวของความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม ทั้งนี้ค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลากิจกรรมที่ได้ขึ้นทะเบียนความเสี่ยงจะมีค่ามากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความเสี่ยงนั้น ๆ

จากภาพที่ 4-16 แสดงให้เห็นว่ายังคงเป็นแผนภูมิของ Long lead items เป็นกิจกรรมที่ค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลาสูงสุดต่อตารางเวลารวมของโครงการ ยกเว้นกิจกรรม Engineering detailed, Piping, Mechanical installation และ E & I installation เท่านั้นที่มีค่าดัชนีความไวตารางเวลากิจกรรมลดลงเพียงเล็กน้อยและที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับกิจกรรม Piping fabrication

ตารางที่ 4-9 ตารางค่า SSI Phase 1 และ SSI Phase 2

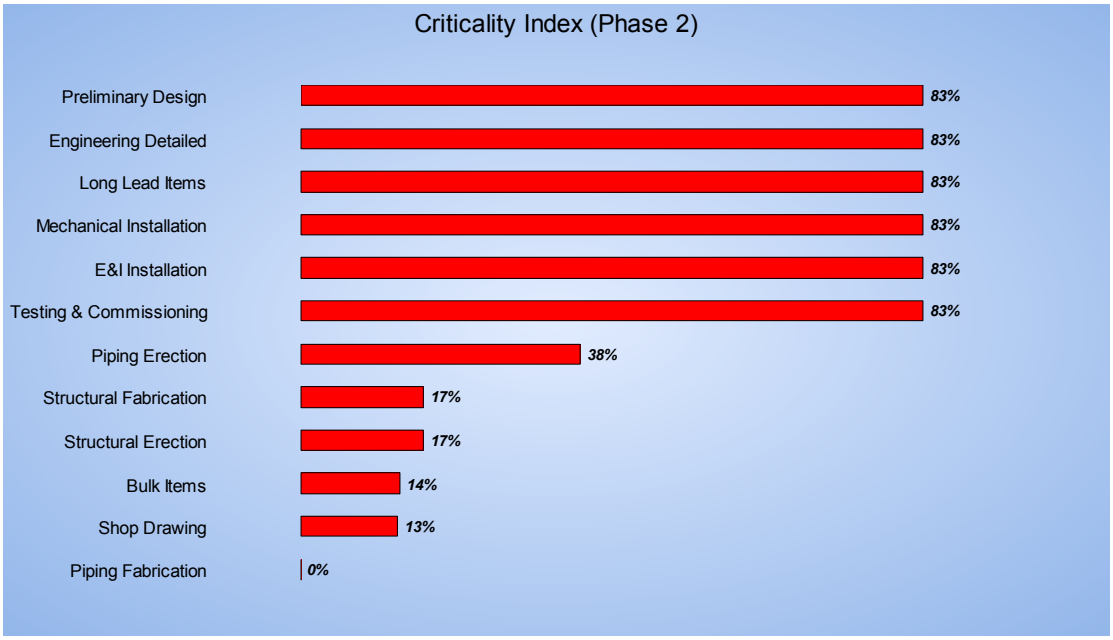
Activities	ค่า SSI Phase 1 (%)	ค่า SSI Phase 2 (%)	ผลต่าง (%)
Preliminary design	20	21	1
Engineering detailed	31	29	-2
Shop drawing	0	3	3
Long lead items	61	74	13
Bulk items	1	3	2
Structure fabrication	1	3	2
Structure erection	0	2	2
Piping fabrication	0	0	0
Piping erection	2	8	6
Mechanical installation	31	28	-3
E & I installation	20	17	-3
Testing & Commissioning	10	24	14

หมายเหตุ: กิจกรรมที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ค่า SSI Phase 1 = ค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรมที่ไม่มีความเสี่ยง

ค่า SSI Phase 2 = ค่าดัชนีความไวด้านตารางเวลาของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

ผลต่าง = ค่า SSI Phase 2 – ค่า SSI Phase 1



ภาพที่ 4-19 แผนภูมิดัชนีวิกฤติของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

Criticality index (CI) จากภาพที่ 4-19 แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิค่าดัชนีวิกฤติของกิจกรรมวิกฤติได้มีการเปลี่ยนแปลงไป (ดูตารางที่ 4-10) ทั้งนี้เนื่องจากว่า กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเสี่ยงและการกระจายตัวของความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม ทั้งนี้ ค่าดัชนีกิจกรรมวิกฤติจะมีค่ามากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความเสี่ยงนั้น ๆ

จากภาพที่ 4-19 แสดงให้เห็นว่ายังคงเป็นแผนภูมิของกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ (Critical path) และทั้งหมดเป็นกิจกรรมที่ค่าดัชนีวิกฤติสูงสุดของโครงการ และจากตารางที่ 4-10 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีกิจกรรมวิกฤติในระยะที่ 2 (CI Phase 2) มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกิจกรรม นั่นหมายถึงว่า เมื่อกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นได้รับความเสี่ยงต่าง ๆ เข้ามารบกวนส่งผลให้ค่าดัชนีของกิจกรรมวิกฤติมีความรุนแรงหรือมีอิทธิพลต่อวันแล้วเสร็จของโครงการมากขึ้น ยกเว้นกิจกรรม Piping fabrication เท่านั้นที่มีค่าดัชนีกิจกรรมวิกฤติไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับกิจกรรม

ตารางที่ 4-10 ค่า CI Phase 1 และ CI Phase 2

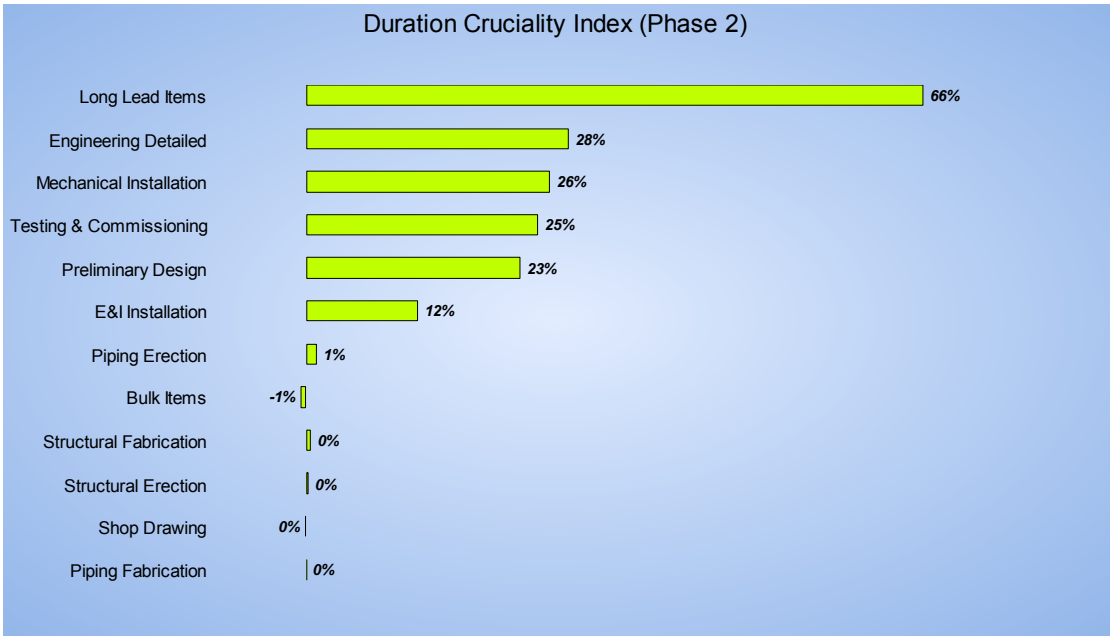
Activities	ค่า CI Phase 1 (%)	ค่า CI Phase 2 (%)	ผลต่าง (%)
Preliminary design	46	83	37
Engineering detailed	46	83	37
Shop drawing	1	13	12
Long lead items	46	83	37
Bulk items	1	14	13
Structure fabrication	2	17	15
Structure erection	2	17	15
Piping fabrication	0	0	0
Piping erection	4	38	34
Mechanical installation	46	83	37
E& I installation	46	83	37
Testing & Commissioning	46	83	37

หมายเหตุ: กิจกรรมที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ค่า CI Phase 1 = ค่าดัชนีกิจกรรมวิกฤติที่ไม่มีความเสี่ยง

ค่า CI Phase 2 = ค่าดัชนีกิจกรรมวิกฤติที่มีความเสี่ยง

ผลต่าง = ค่า CI Phase 2 – ค่า CI Phase 1



ภาพที่ 4-20 แผนภูมิดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

Duration cruciality index (DCI) แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิค่าดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมได้มีการเปลี่ยนแปลงไป (ดูตารางที่ 4-11) ทั้งนี้เนื่องจากว่า กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากความเสี่ยงและการกระจายตัวของความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมที่มีอยู่ในโครงการ ทั้งนี้ค่าดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมจะมีค่ามากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของความเสี่ยงนั้น ๆ

จากภาพที่ 4-20 แสดงให้เห็นว่ายังคงเป็นแผนภูมิของกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ (Critical path) และทั้งหมดเป็นกิจกรรมที่ค่าดัชนีความรุนแรงสูงสุดของโครงการ และจากตารางที่ 4-11 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความรุนแรงกิจกรรมในระยะที่ 2 (DCI Phase 2) มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกิจกรรม เนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นได้รับความเสี่ยงต่าง ๆ เข้ามารบกวนและทำให้ค่าดัชนีความรุนแรงมีอิทธิพลต่อวันแล้วเสร็จของโครงการ ยกเว้นกิจกรรม Bulk items เท่านั้นที่มีค่าดัชนีความไวต้นทุนกิจกรรมลดลงเพียงเล็กน้อย และที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับกิจกรรม Shop drawing, Structure fabrication, Structure erection และ Piping fabrication

ตารางที่ 4-11 ค่า DCI Phase 1 และ DCI Phase 2

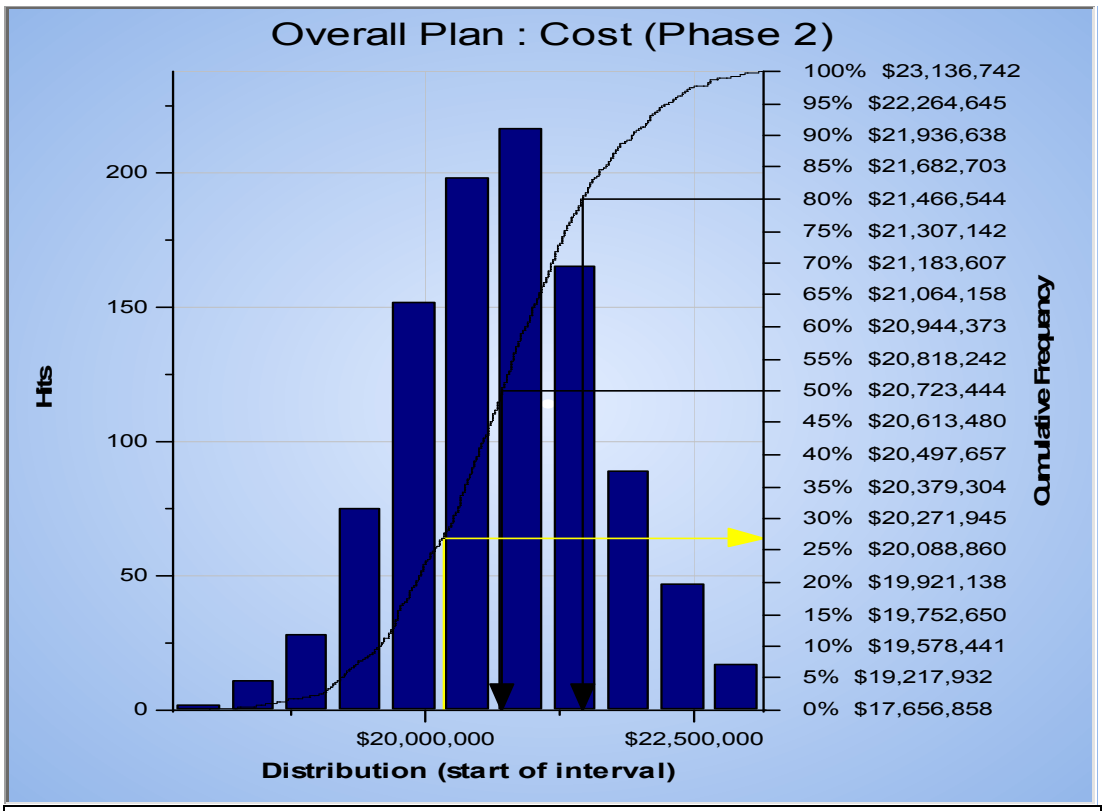
Activities	ค่า DCI Phase 1 (%)	ค่า DCI Phase 2 (%)	ผลต่าง (%)
Preliminary design	11	23	12
Engineering detailed	17	28	11
Shop drawing	0	0	0
Long lead items	29	66	37
Bulk items	0	-1	-1
Structure fabrication	0	0	0
Structure erection	0	0	0
Piping fabrication	0	0	0
Piping erection	0	1	1
Mechanical installation	15	26	11
E & I installation	10	12	2
Testing & Commissioning	3	25	22

หมายเหตุ: กิจกรรมที่แสดงเป็นตัวอักษรสีแดง เป็นกิจกรรมวิกฤติที่อยู่ในโครงข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ค่า DCI Phase 1 = ค่าดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมที่ไม่มีความเสี่ยง

ค่า DCI Phase 2 = ค่าดัชนีความรุนแรงของกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

ผลต่าง = ค่า DCI Phase 2 – ค่า DCI Phase 1



Analysis	Statistics	Highlighters
Simulation: LHS	Minimum: $17,656,858	P50: $20,723,4444
Iteration: 1000	Maximum: $23,136,742	Deterministic: 27%, $20,174,252
	Mean: $20,720,695	P80: $21,466,544
	Bar Width: $500,000	

ภาพที่ 4-21 แผนภูมิความน่าจะเป็นของต้นทุนโครงการ (Phase 2)

จากภาพที่ 4-21 แสดงให้เห็นถึงต้นทุนของโครงการที่ประกอบไปด้วยกิจกรรมทั้งหมดที่มีความเสี่ยง จากแผนภูมิบอกถึงการเปลี่ยนแปลงไปของต้นทุนโครงการที่ระดับความน่าจะเป็นในระดับต่าง ๆ เช่น จุดตัดสินหรือจุดกำหนด (Deterministic) ว่าโครงการน่าจะแล้วเสร็จอยู่ที่ร้อยละ 26 (ในขณะที่การวิเคราะห์ในช่วงที่ 1 อยู่ที่ร้อยละ 97) และต้นทุนที่จะต้องใช้เท่ากัน คือ $20,174,252 ซึ่งต้นทุนจำนวน $20,174,252 นี้เป็นต้นทุนทั้งหมดของโครงการที่จะใช้ในการบริหารโครงการให้เสร็จสมบูรณ์

ตารางที่ 4-12 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงไปของต้นทุนโครงการที่ระดับความน่าจะเป็นที่ระดับต่าง ๆ

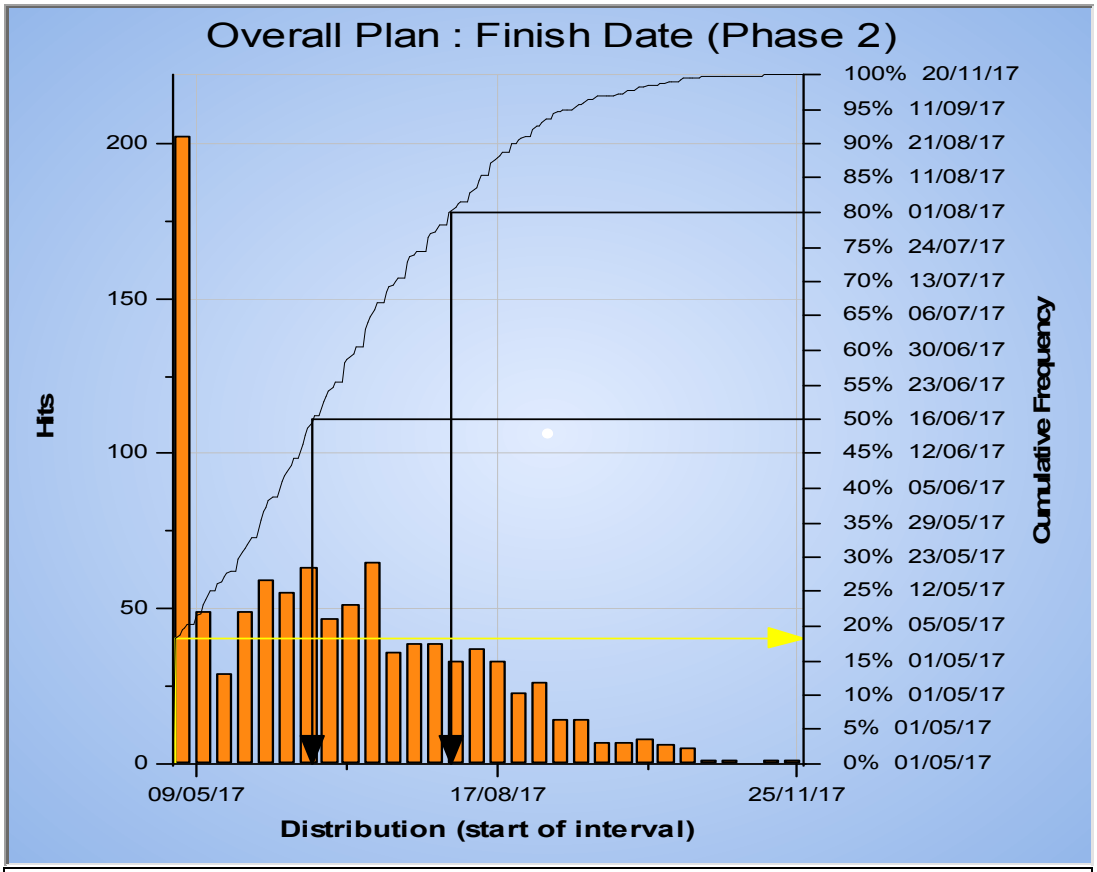
ตารางที่ 4-12 ต้นทุน Phase 1 และ ต้นทุน Phase 2

Probability (%)	Cost Phase 1 ($)	Cost Phase 2 ($)	ผลต่าง ($)
P100	21,470,901	23,136,742	1,665,841
P95	19,805,905	22,264,645	2,458,740
P90	19,388,547	21,936,638	2,548,091
P85	19,099,638	21,682,703	2,583,065
P80	18,863,923	21,466,544	2,602,621
P75	18,595,125	21,307,142	2,712,017
P70	18,393,543	21,183,607	2,790,064
P65	18,217,267	21,064,158	2,846,891
P60	18,015,896	20,944,373	2,928,477
P55	17,887,579	20,818,242	2,930,663
P50	17,729,603	20,723,444	2,993,841
P45	17,610,303	20,613,480	3,003,177
P40	17,427,677	20,497,657	3,069,980
P35	17,302,947	20,379,304	3,076,357
P30	17,113,370	20,271,945	3,158,575
P25	16,956,705	20,088,860	3,132,155
P20	16,752,005	19,921,138	3,169,133
P15	16,543,949	19,752,650	3,208,701
P10	16,244,182	19,578,441	3,334,259
P5	15,906,350	19,217,932	3,311,582
P0	13,969,420	17,656,858	3,687,438

หมายเหตุ: Cost Phase 1 = ต้นทุนก่อนกิจกรรมจะขึ้นทะเบียนความเสี่ยง

Cost Phase 2 = ต้นทุนหลังกิจกรรมขึ้นทะเบียนความเสี่ยง

ผลต่าง = Cost Phase 2 – Cost Phase 1



Analysis	Statistics	Highlighters
Simulation: LHS	Minimum: 01/05/17	P50: 16/06/17
Iteration: 1000	Maximum: 20/11/17	Deterministic: 18%, 1/05/17
	Mean: 22/06/17	P80: 01/08/17
	Bar Width: Week	

ภาพที่ 4-22 แผนภูมิความน่าจะเป็นของวันที่เสร็จสิ้นโครงการ (Phase 2)

จากภาพที่ 4-22 แสดงให้เห็นถึงวันที่แล้วเสร็จของโครงการที่ประกอบไปด้วยกิจกรรมที่มีความเสี่ยง เช่นเดียวกันจากแผนภูมิบอกถึงการเปลี่ยนแปลงไปของความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จในระดับต่าง ๆ ของแต่วันที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น จุดตัดสินหรือจุดกำหนด (Deterministic) ว่าโครงการมีระดับความน่าจะเป็นที่จะแล้วเสร็จในวันที่ 1 May 2017 อยู่ที่ร้อยละ 17 (ในขณะที่การวิเคราะห์ในช่วงที่ 1 อยู่ที่ร้อยละ 55)

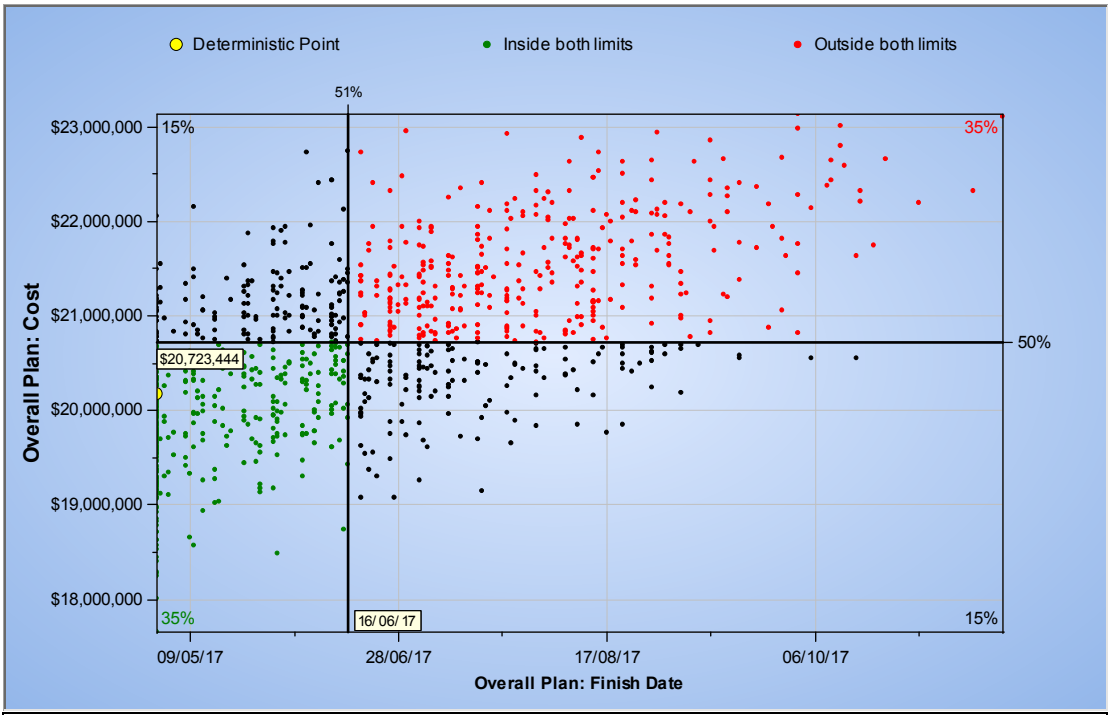
ตารางที่ 4-13 วันที่แล้วเสร็จ Phase 1 และ วันที่แล้วเสร็จ Phase 2

Probability (%)	Finish Date Phase 1	Finish Date Phase 2	ผลต่าง (วัน)
P100	31 Aug 2017	20 Nov 2017	81
P95	30 Jun 2017	11 Sep 2017	73
P90	14 Jun 2017	21 Aug 2017	68
P85	05 Jun 2017	11 Aug 2017	67
P80	29 May 2017	01 Aug 2017	64
P75	22 May 2017	24 Jul 2017	63
P70	17 May 2017	13 Jul 2017	57
P65	12 May 2017	06 Jul 2017	55
P60	08 May 2017	30 Jun 2017	53
P55	01 May 2017	23 Jun 2017	53
P50	01 May 2017	16 Jun 2017	46
P45	01 May 2017	12 Jun 2017	42
P40	01 May 2017	05 Jun 2017	35
P35	01 May 2017	29 May 2017	28
P30	01 May 2017	23 May 2017	22
P25	01 May 2017	12 May 2017	11
P20	01 May 2017	05 May 2017	4
P15	01 May 2017	01 May 2017	0
P10	01 May 2017	01 May 2017	0
P5	01 May 2017	01 May 2017	0
P0	01 May 2017	01 May 2017	0

หมายเหตุ: Finish Date Phase 1 = วันที่แล้วเสร็จโครงการก่อนกิจกรรมจะขึ้นทะเบียนความเสี่ยง

Finish Date Phase 2 = วันที่แล้วเสร็จโครงการหลังกิจกรรมขึ้นทะเบียนความเสี่ยง

ผลต่าง = Finish Date Phase 2 – Finish Date Phase 1



Analysis	Correlations	Highlighters	
Simulation: LHS	Pearson's: 61.7%	x-axis:	51% 16/06/17
Iteration: 1000	Spearman's: 60.9%	y-axis:	50% $20,723,444
		Inside both limits:	35%
		Outside both limits:	35%

ภาพที่ 4-23 แผนภาพกระจาย (Scatter plot) Phase 2

จากแผนภาพ Scatter Plot ได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 Quadrant โดยที่ใน Quadrant ที่1 จะเป็นกลุ่มของจำนวนตัวอย่างที่อยู่ภายใต้ของความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุนและระยะเวลาที่กำหนด ใน Quadrant ที่ 2 จะเป็นกลุ่มของจำนวนตัวอย่างที่อยู่ภายใต้ของความน่าจะเป็นทางด้านระยะเวลา แต่อยู่นอกเหนือความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุน ใน Quadrant ที่ 3 จะเป็นกลุ่มของจำนวนตัวอย่าง (สีแดง) ที่อยู่นอกเหนือความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุนและอยู่นอกเหนือความน่าจะเป็นทางด้านระยะเวลา ส่วนใน Quadrant ที่ 4 จะเป็นกลุ่มของจำนวนตัวอย่างที่อยู่นอกเหนือความน่าจะเป็นทางด้านระยะเวลาแต่อยู่ภายใต้ความน่าจะเป็นทางด้านต้นทุน

จากภาพที่ 4-23 แสดงให้เห็นว่าโครงการความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 51 ที่โครงการจะแล้วเสร็จในวันที่ 16/06/17 และมีความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 50 ที่จะต้องใช้ต้นทุนในการบริหารเป็นเงิน $20,723,444

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลงานวิจัย

จากผลการประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการออกแบบการก่อสร้างแท่นหลุมผลิตน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง โดยมีขอบเขตของโครงการ (Scope of work) ตั้งแต่การออกแบบ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง และการติดตั้งแท่นผลิต (Engineering, procurement, construction and T&I: EPCI) โดยได้มีการประเมินความเสี่ยงทั้งหมดในสิบสองกิจกรรมกับสิบสี่ประเด็นความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ โดยส่วนใหญ่พบว่าความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาโครงการมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง คือ การจัดส่งอุปกรณ์ที่ล่าช้าของผู้ผลิต (Late delivery of LLI) มีผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นจำนวนเงิน $450,000 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 60 วัน ความล่าช้าในการออกความต่อรูปแบบของผู้ผลิต (Late comment of vendor's drawings) ผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นจำนวนเงิน $450,000 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 60 วัน ความไม่เข้าใจในรายละเอียดและข้อกำหนด (Poor understanding in detail & spec.) ผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นเงินจำนวน $450,000 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 30 วัน ความไม่นิ่งของข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ (Late freezing of basis design) ผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นจำนวนเงิน $450,000 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 15 วัน การทดสอบระบบล้มเหลว (Testing fails) ผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นจำนวนเงิน $225,000 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 30 วัน และการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ (Design change) ผลกระทบต่อต้นทุนโครงการเป็นจำนวนเงิน $213,750 และมีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการเป็นเวลา 16 วัน

ความเสี่ยงที่อยู่ในการที่ยอมรับได้ภายใต้การควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด ได้แก่ การขาดแคลนวิศกรชำนาญการ (Lack of senior engineers) ความล้มในการที่จะพยายามรักษากำหนดการในการจัดส่งอุปกรณ์จากต่างประเทศ (Failure to secure LLI) อุปกรณ์มีจุดตำหนิหรือชำรุดเสียหายเป็นบางส่วน (Equipment defects) ผลผลิตต่ำ (Poor productivity) ส่วนความขัดแย้งในองค์กร (Conflict in organization) ส่วนความไม่ชัดเจนของแผนงาน (Unclear on planning package) และปัจจัยนอกเหนือการควบคุม (Uncontrolled) จะไม่มีผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาของโครงการ (รายละเอียดสามารถดูได้จากตารางที่ 4-3)

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. การสร้างแบบจำลองความเสี่ยง (Develop risk model) ควรจะมีการแตกรายละเอียดของกิจกรรมให้มากขึ้นเพราะจะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ในรายละเอียดแยกย่อยง่ายต่อการบริหารความเสี่ยง

2. ปฏิทินการทำงานของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมควรจะเป็นปฏิทินเฉพาะ เช่น ปฏิทินในส่วนของการทำงานด้านการออกแบบ (Engineering) จะต้องกำหนดเป็น 5 วันการทำงานต่อสัปดาห์ ปฏิทินในส่วนของการทำงานด้านการจัดซื้อ (Procurement) จะต้องกำหนดเป็น 7 วันการทำงานต่อสัปดาห์ และปฏิทินในส่วนของการทำงานด้านการประกอบ (Construction) จะต้องกำหนดเป็น 6 วันการทำงานต่อสัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการวิเคราะห์ระยะเวลาของโครงมากขึ้น

3. ในผลงานวิจัยฉบับนี้ได้กล่าวถึงเฉพาะผลกระทบจากความเสี่ยง ส่วนการบริหารความเสี่ยง เช่น การป้องกันและการบรรเทาความเสี่ยงขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของจัดการโครงการ (Project manager) ว่าจะมีวิสัยทัศน์ในการบริหารความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรม

กวี หวังนิเวศน์กุล. (2552). การประมาณราคางานวิศวกรรมก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ ฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2552

ธเนศ ศรีวิชัยลำพันธ์. บทที่ 5 การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยง. เข้าถึงได้จาก: http://fuangfah.econ.cmu.ac.th/teacher/thanes/files

ปราชญา กล้าผจัญ. (2551). การบริหารความเสี่ยง. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ก.พล

มนตรี เงาเดช. (2554). การประมาณราคา. เอกสารประกอบการอบรมเทคนิคการประมาณราคา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

วิสูตร จิระดำเกิง. (2541). การจัดการงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.

วิสูตร จิระดำเกิง. (2551). การประมาณราคาก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรรณกวี.

วิสูตร จิระดำเกิง. (2552). การบริหารงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรรณกวี.

วิสูตร จิระดำเกิง. (2556). การบริหารงานก่อสร้าง ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2. ปทุมธานี: วรรณกวี.

สมชาย เจียมธีรสกุล. (2553). การเสนอราคาประมูลงาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.jeam- thai.com/index.php

หทัยชนก จรณะ. (2550). บริหารกำไรให้ธุรกิจปิดตายทุกช่องทางความเสี่ยง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ไอ เอ็ม บุ๊คส์

Cronus Technology, Inc., (2015). Alen Field Development. Retrieved from: http://www.cronustec.com/projects/deep/Alen%20Project/details.php

Deborah Lupton (1999). Risk 1 st ed. London: Biddles Ltd, King Lynn, Newfolk.

Engineering Advancement Association of Japan (2012). “A Project Management Training Course”.

Engenya GmbH (2013). Offshore Oil & GAS Exploration. Retrieved from: http://www.engenya.com/wp-content/uploads/2013/07/oil_rig_at_sea.jpg

Hauf, H.D. (1976). Building Contract for Design and Construction: New York, 325 p.

JS Neoplan Co., Ltd (2015). Onshore Oil & GAS Exploration. Retrieved from: http://jsneoplant.en.ecplaza.net/off-shore-on-shore-land--72718-1187594.html

James & Robert. (1971). Project Management in Construction. McGraw-Hill.

Martin Brook. (2004). Estimating and Tendering for Construction Work. Elsevier.

Offshore Construction Specialists Pte Ltd,(2015). Transportation & Installation Retrieved from: http://www.offshore-ocs.com/images/z16.jpg

Pilcher. (1992). Pilcher R, 1976. Principle of Construction Management. London: McGraw Hill, 370 p.

PMI Europe. (2001). Managing and Modeling Project Risk Dynamics: A System Dynamics–based Framework, 6–7 June 2001, London Uk.

Project Management Process Improvement Office. (2003). Project Risk Management Handbook Sacramento, California.

Russell & Skibniewski. (1990). Model for owner prequalification of contractors: Construction Engineering and Management ASCE, 6(1)

Russell & Skibniewski.(1992). Factor of Procurement Selection in Construction Project: Public and Private Sector Owner, Journal of Construction Engineering and Management.

Takla Corporation, (2015). Oil & Gas Conceptual Design Retrieved from: http://www.tekla.com/references/lamprell

Thai Nippon Steel Engineering & Construction Corp., Ltd., (2015). Jacket & Topside Fabrication. Retrieved from: http://www.thainippon.co.th

Wang, Zhaohua. (2009). Impact of Escalating Construction Costs on Long-Term Pavement Performance Loss. Pavement Management 2009. Volume 1: Georgia Institute of Technology, Atlanta.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางภาคผนวกที่ ก-1 หัวข้อที่ใช้ในการสัมภาษณ์

รายการ	**แผนก วิศวกรรม ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมโครงการ**
1	Late Freezing of Design Basis: ความไม่นิ่งในการออกแบบขั้นพื้นฐาน
2	Late Preliminary Design: ความล่าช้าในการออกแบบเบื้องต้น
3	Late Details Engineering: ความล่าช้าในการออกแบบ
4	Lack of Engineers: การขาดแคลนวิศวกรชำนาญการ
5	Unclear on Planning Package: ความไม่ชัดเจนในแผนงาน
รายการ	**แผนก จัดซื้อจัดจ้าง ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง**
1	Late Issue of Purchase Order: ความล่าช้าในการออกใบสั่งซื้อ
2	Late Comment of Vendor's Drawings: ความล่าช้าในการออกความเห็นต่อแบบรูปของผู้ผลิต
3	Capacity of Manufacturer: กำลังการผลิตของโรงงานผู้ผลิต
รายการ	**แผนก ก่อสร้าง ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง**
1	Poor Productivity: กำหลังการผลิตต่ำ
2	Equipment Defects: วัสดุอุปกรณ์มีตำหนิหรือส่วนประกอบอื่นชำรุดเสียหาย
3	Lack of Skilled Labor: การขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะหรือแรงงานฝีมือ
4	Late Delivery of Vendor Supply Equipment: ความล่าช้าในการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ของผู้จัดจำหน่าย
5	Uncontrolled: สิ่งมี่ไม่สามารถควบคุมได้หรือเหตุสุดวิสัย
6	Conflict in Organization: ความขัดแย้งในองค์กร
7	Politics Issue: ความไม่แน่นอนทางด้านการเมืองการปกครอง
รายการ	**แผนก ทดสอบระบบ ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายทดสอบระบบ**
1	Testing Fails: ความล้มเหลวในการทดสอบระบบ
2	Guidance System Failure: ความล้มเหลวในระบบการแนะแนวหรือขั้นตอนการปฏิบัติ

ตารางภาคผนวกที่ ก-2 ผลการสัมภาษณ์

รายการ	แผนก วิศวกรรม ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมโครงการ
1	**Late Freezing of Basis Design:** ความไม่นิ่งในการออกแบบขั้นพื้นฐาน เนื่องจากเจ้าของโครงการยังไม่สามารถที่จะสรุปข้อกำหนดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงกฎและข้อบังคับทางด้านสิ่งแวดล้อม อันเนื่องจากสภาพแวดล้อมของโครงการ
2	**Late Preliminary Design:** ความไม่เข้าในรายละเอียดและข้อกำหนดต่าง ๆ เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากเจ้าของโครงการยังขาดความชัดเจนใน
3	**Design Change:** เปลี่ยนแปลงการออกแบบเนื่องมาจากการขอเปลี่ยนแปลงความต้องการจากเจ้าของโครงการ การเปลี่ยนแปลงการออกแบบโดยเจ้าของโครงการมักมีความเป็นไปได้ทั้ง 2 ทาง คือ ปริมาณงานลดลง และ ปริมาณงานเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าปริมาณงานจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นย่อมมีผลกระทบต่อการออกแบบในรายละเอียดทางด้านวิศวกรรม (Details Engineering) เนื่องจากจะต้องทำการออกแบบเพื่อให้มีความเหมาะสมกับความต้องการนั้น ๆ
4	**Lack of Engineers:** การขาดแคลนวิศวกรชำนาญการอันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายแรงงาน
5	**Unclear on Planning Package:** ความไม่ชัดเจนในแผนงานเนื่องความไม่เข้าในรายละเอียดและข้อกำหนดต่าง ๆ จะส่งผลให้การวางตารางการทำงานเกิดความผิดพลาดไม่ว่าจะเป็นกำหนดในการประกอบและติดตั้งชิ้นงาน การวางแผนกำลังคนในโครงการคลาดเคลื่อน
รายการ	**แผนก จัดซื้อจัดจ้าง ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง**
1	**Late Issue of Purchase Order:** ความล่าช้าในการออกแบบเบื้องต้น มีผลกระทบต่อการขอใบเสนอราคาจากตัวแทนจำหน่ายไม่สามารถกระทำได้ตามระยะเวลาที่ได้วางแผนไว้และยังมีผลกระทบต่อการประเมินผลทางด้านเทคนิคของฝ่ายงานวิศวกรรมและการประเมินผลทางด้านการเงินในการสอบเทียบราคา และในที่สุดไม่สามารถออกเอกสารในการจัดซื้อจัดจ้างตามที่กำหนดได้
2	**Late comment of Vendor's Drawings:** ความล่าช้าในการออกความเห็น การตรวจสอบและการอนุมัติแบบรูปของผู้ผลิตมีผลกระทบต่อการจัดส่งอุปกรณ์จากโรงงานของผู้ผลิต
3	**Capacity of Manufacturer:** กำลังการผลิตของโรงงานผู้ผลิต ในบางช่วงตารางการผลิตของผู้ผลิตไม่ว่าง จำเป็นที่จะต้องรอขึ้นสายผลิตในช่วงถัดไปทำให้การจัดส่งอุปกรณ์นั้น ๆ ล่าช้าออกไปด้วย

ตารางภาคผนวกที่ ก-2 (ต่อ)

รายการ	แผนก ก่อสร้าง ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง
1	**Poor Productivity:** กำหลังการผลิตต่ำอันเนื่องจากความล่าช้าในรายละเอียดของรูปแบบที่ใช้ในการประชิ้นงาน การได้รับอุปกรณ์ที่ล่าช้า ความล้มเหลวของระบบการแนะแนว
2	**Equipment Defects:** วัสดุอุปกรณ์มีตำหนิหรือส่วนประกอบอื่นชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการขนส่งจะต้องได้รับการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่จนเป็นที่ยอมรับของเจ้าของโครงการ ซึ่งจะทำให้การติดตั้งวัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ ล่าช้ากว่ากำหนด
3	**Lack of Skilled Labor:** การขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะหรือแรงงานฝีมืออันสืบเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายแรงงานดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 จึงทำให้ต้องมีการว่าจ้างแรงงานใหม่เข้ามาทดแทนซึ่งยังมีทักษะฝีมือในระดับต่ำ จึงมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของชิ้นงาน และจะต้องทำงานซ้ำ ๆ ในชิ้นงานเดิมจนกว่าจะผ่านตามมาตรฐานทางคุณภาพตามที่กำหนด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อตารางการทำงาน
4	**Late Delivery of Vendor Supply Equipment:** ความล่าช้าในการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ จะมีผลกระทบต่อกิจกรรมวิกฤตที่อยู่ในเส้นทางวิกฤติ และแน่นอนที่สุดระยะเวลาสิ้นสุดโครงการก็จะถูกเลื่อนออกไปด้วย
5	**Uncontrolled:** สิ่งมี่ไม่สามารถควบคุมได้หรือเหตุสุดวิสัย เช่น ฝนตก น้ำท่วม หรือเหตุทางการเมืองการปกครอง ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้ไม่สามารถที่จะควบคุม หลีกเลี่ยง หรือกำจัดได้แต่ที่ทำได้ก็คือการบรรเทาผลกระทบที่อาจเกิดโดยการเตรียมพร้อมที่จะเผชิญหน้า
6	**Conflict in Organization:** ความขัดแย้งในองค์กรอันเนื่องมาจากบุคลากรในองค์กรขาดความสามัคคี มีความคิดเห็นที่แตกต่างและการไม่ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นับว่าเป็นอุปสรรคอย่างใหญ่หลวงในการที่จะทำงานให้เสร็จสิ้นตามเป้าหมายได้
7	**Politics Issue:** ความไม่แน่นอนทางด้านการเมืองการปกครอง อุตรสาหกรรมก่อสร้างเป็นอีกธุรกิจที่ต้องการแรงเป็นจำนวนมาก ฉนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพึ่งพาแรงงานต่างด้าว ความไม่ชัดเจนในนโยบายของภาครัฐในเรื่องนี้จะมีผลอย่างมากต่อการอพยบกลับของแรงงานเหล่านี้ และส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินโครงการของบริษัทผู้ประกอบการ (Contractors)
รายการ	**แผนก ทดสอบระบบ ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายทดสอบระบบ**
1	**Testing Fails:** ความล้มเหลวในการทดสอบระบบ ในส่วนนี้จะเกิดขึ้นจาก 2 สาเหตุหลัก ๆ คือ ความผิดพลาดในการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน
2	**Guidance System Failure:** ความล้มเหลวในระบบการแนะแนวหรือขั้นตอนการปฏิบัติ การทดสอบงานระบบต่าง ๆ หากคู่มือในการปฏิบัติงานขาดความถูกต้องหรือไม่มีความชัดเจนโดยพาะอย่างยิ่งคู่มือในการปฏิบัติงานของอุปกรณ์ต่างที่สั่งซื้อเข้ามาติดตั้ง จะส่งผลให้การทดสอบล้มเหลว

ตารางภาคผนวกที่ ก-3 การระบุความเสี่ยง (Risk Identification)

กิจกรรม	ประเภทความเสี่ยง (Risk Category)	ประเด็นความเสี่ยง (Risk Event)	สาเหตุ (Cause)	ผลกระทบ (Effect)
A	Preliminary Design	Late Freezing of Design Basis	Shifting regulatory environment	Delay on details Engineering, RFQ/TBE/CBE & Purchase order Issuing
		Poor Understanding in Detail & Spec.	Lack of Detail & Spec.	
B	Details Engineering	Design Change	Client Variation	Cost impact change/rework to fabricated items.
		Poor Understanding in Detail & Spec.	Lack of Communication	Delay on Design stage, RFQ/TBE/ CBE & purchase order issuing
			Fast track project	
		Unclear on Planning package	Lack of detail & Spec.	
		Lack of Engineers	Labor mobility	
D	Long Lead Items (LLI)	Failure to secure LLI for the project works within schedule or budget.	LLI review/approval cycle, Late issue of RFQ / TBE /CBE & purchase orders	Delay in completion of the works, Overrun on budget to complete the works
		Late Delivery of Long Lead Items	Increasing demand for products	Delay in erection schedule
		Late Comment of Vendor’s Drawings	Lack of Communication	Re-work on fabricated items

ตารางภาคผนวกที่ ก-3 (ต่อ)

กิจกรรม	ประเภทความเสี่ยง (Risk Category)	ประเด็นความเสี่ยง (Risk Event)	สาเหตุ (Cause)	ผลกระทบ (Effect)
J	Mechanical Installation	Poor Productivity	Shop details Delay & Late delivery of materials	Delay in fabrication activities & impact to completion date.
		Equipment Defects	Transportation	Re-work on fabricated items
		Lack of Skilled Labor Uncontrolled Conflict in Organization	Labor mobility Weather Downtime Manpower shortage	Delay in fabrication & erection schedule
K	E&I Installation	Poor Productivity	Shop Details Delay	Delay in fabrication activities & impact to completion date.
		Equipment Defects	Transportation	Re-work on fabricated items
		Lack of Skilled Labor Uncontrolled Conflict in Organization	Labor mobility Weather Downtime Manpower Shortage	Delayed in fabrication activities & impact to completion date.
L	Testing & Commissioning	Testing Fails	Insufficient Vendors Data Guidance system failure	Delay in critical path activities and corresponding delay in completion date.

ตารางภาคผนวกที่ ก-4 การขึ้นทะเบียนความเสี่ยง (Risk Register)

กิจกรรม	(Activities)	ประเด็นความเสี่ยง (Risk Event)	ความน่าจะเป็น (Probability)	ระดับผลกระทบ (Impact)
A	Preliminary Design	Late Freezing of Design Basis	Very Low (VL)	Very High (VH)
		Poor Understanding in Detail & Spec.	Medium (M)	Very High (VH)
B	Details Engineering	Design Change	Medium (M)	Medium (M)
		Poor Understanding in Detail & Spec.	Medium (M)	Very High (VH)
		Unclear on Planning Package	Very Low (VL)	Low (L)
		Lack of Engineers	Low (L)	Medium (M)
D	Long Lead Items (LLI)	Failure to secure LLI for the project works within schedule or budget.	Medium (M)	Low (L)
		Late Delivery of LLI	Medium (M)	Very High (VH)
		Late Comment of Vendor's Drawings	Very Low (VL)	Very High (VH)
J	Mechanical Installation	Poor Productivity	Medium (M)	Low (L)
		Equipment Defects	Low (L)	Low (L)
		Lack of Skilled Labor	Low (L)	Medium (M)
		Uncontrolled	Very Low (VL)	Low (L)
		Conflict in Organization	Low (L)	Low (L)

ตารางภาคผนวกที่ ก-4 (ต่อ

กิจกรรม	(Activities)	ประเด็นความเสี่ยง (Risk Event)	ความน่าจะเป็น (Probability)	ระดับผลกระทบ (Impact)
K	E&I Installation	Poor Productivity	Medium (M)	Low (L)
		Equipment Defects	Low (L)	Low (L)
		Lack of Skilled Labor	Low (L)	Medium (M)
		Uncontrolled	Very Low (VL)	Low (L)
		Conflict in Organization	Low (L)	Low (L)
L	Testing & Commissioning	Testing Fails	Low (L)	High (H)

ตารางภาคผนวกที่ ก-5 ระยะเวลาและต้นทุนของกิจกรรม

แผนก	รายละเอียด	ระยะเวลา (เดือน)	ต้นทุน ($)
Engineering	Preliminary Design	4	234,768
	Engineering Detailed	6	704,304
	Shop Drawing	4	629,040
Procurement	Long Lead Items	12	9,143,640
	Bulk Items	4	6,777,000
Structural	Fabrication	4	788,640
	Erection	2	197,160
	Tool & Equipment		352,020
	Consumable		300,780
Piping	Fabrication	4	229,246
	Erection	4	187,560
	Tool & Equipment		35,660
	Consumable		110,640

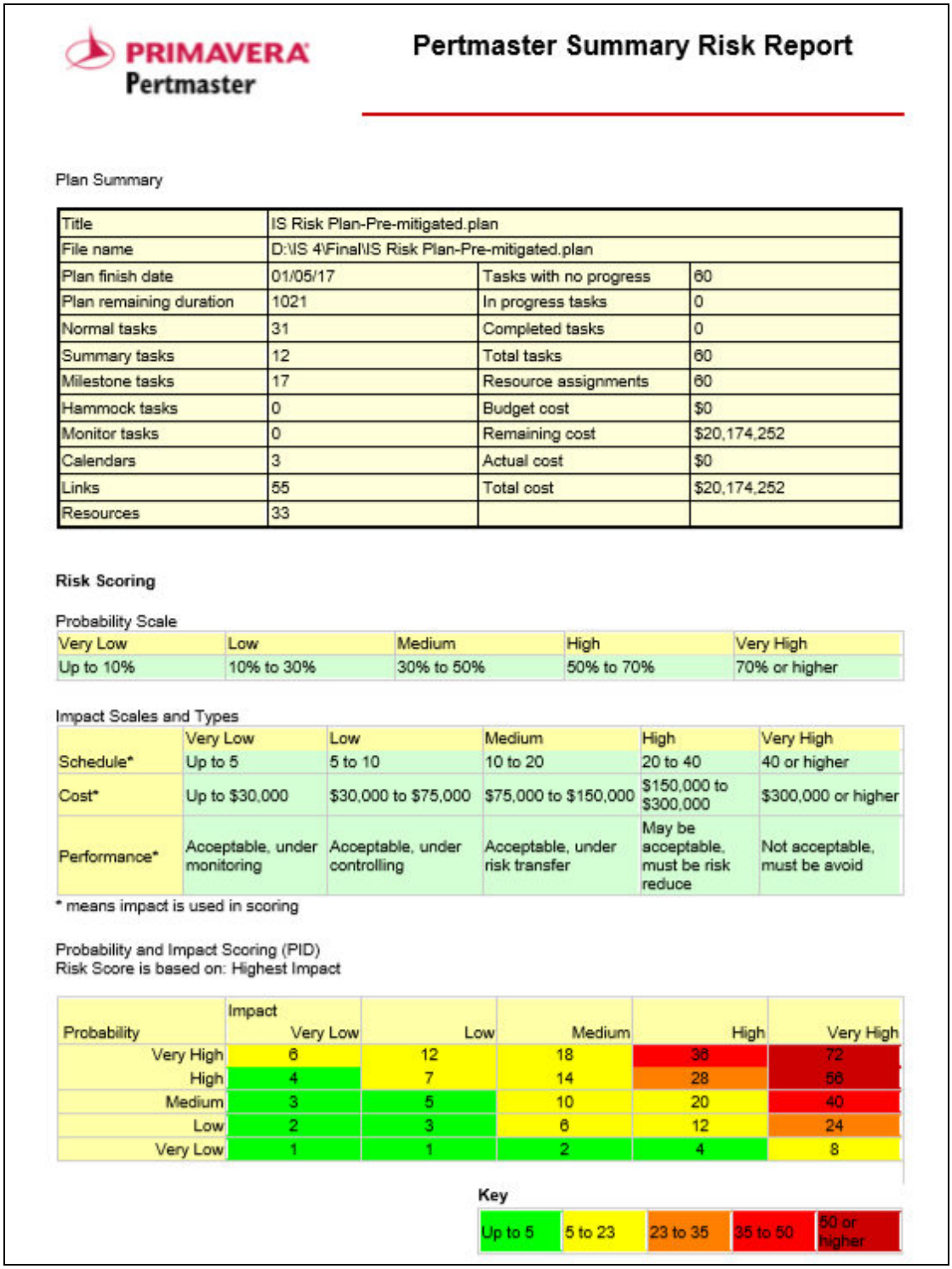
ตารางภาคผนวกที่ ก-5 (ต่อ)

แผนก	รายละเอียด	ระยะเวลา (เดือน)	ต้นทุน ($)
Mechanical	Installation	6	38,075
	Tool & Equipment		65,401
	Consumable		4,320
E&I	Installation	4	100,333
	Tool & Equipment		11,666
	Consumable		13,999
	Testing & Commissioning	2	250,000
	Total	**34**	**20,174,252**

หมายเหตุ ระยะเวลารวมของโครงการเป็นระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมที่อยู่ในเครือข่ายของเส้นทางวิกฤติ

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์โครงการที่มีความเสี่ยง



PRIMAVERA
Pertmaster

Pertmaster Summary Risk Report

Plan Summary

Title	IS Risk Plan-Pre-mitigated.plan		
File name	D:\IS 4\Final\IS Risk Plan-Pre-mitigated.plan		
Plan finish date	01/05/17	Tasks with no progress	60
Plan remaining duration	1021	In progress tasks	0
Normal tasks	31	Completed tasks	0
Summary tasks	12	Total tasks	60
Milestone tasks	17	Resource assignments	60
Hammock tasks	0	Budget cost	$0
Monitor tasks	0	Remaining cost	$20,174,252
Calendars	3	Actual cost	$0
Links	55	Total cost	$20,174,252
Resources	33		

Risk Scoring

Probability Scale

Very Low	Low	Medium	High	Very High
Up to 10%	10% to 30%	30% to 50%	50% to 70%	70% or higher

Impact Scales and Types

	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Schedule*	Up to 5	5 to 10	10 to 20	20 to 40	40 or higher
Cost*	Up to $30,000	$30,000 to $75,000	$75,000 to $150,000	$150,000 to $300,000	$300,000 or higher
Performance*	Acceptable, under monitoring	Acceptable, under controlling	Acceptable, under risk transfer	May be acceptable, must be risk reduce	Not acceptable, must be avoid

* means impact is used in scoring

Probability and Impact Scoring (PID)
Risk Score is based on: Highest Impact

Probability \ Impact	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Very High	6	12	18	36	72
High	4	7	14	28	56
Medium	3	5	10	20	40
Low	2	3	6	12	24
Very Low	1	1	2	4	8

Key

Up to 5	5 to 23	23 to 35	35 to 50	50 or higher

ภาพภาคผนวก ข-1 การวางแผนความเสี่ยง (Risk plan)

	Very Low	Low	Medium	High	Very High
Very High					
High					
Medium		Failure to secure LLI , Poor productivity	Design Change		Poor understanding in Detail & Spec., Late Delivery of LLI
Low		Equipment Defects, Conflict in Organization	Lack of Senior Engineers Lack of Skilled Labor	Testing Fails	
Very Low		Unclear on Planning package, Uncontrolled			Late freezing of basis Design, Late comment of Vendor's Drawings

ภาพภาคผนวก ข-2 เมทริกซ์ความเสี่ยง (Risk matrix)

Task Id:	A	Remaining Duration:	0
Task Description:	Preliminary Design	Remaining Cost:	$234,768
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
,	%		
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
Task Id:	B	Remaining Duration:	0
Task Description:	Engineering Detailed	Remaining Cost:	$704,304
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
,	%		
,	%		
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
,	%		
Task Id:	C	Remaining Duration:	0
Task Description:	Shop Drawing	Remaining Cost:	$629,040
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
,	%		

ภาพภาคผนวก ข-3 การป้อนความเสี่ยง (Risk inputs)

Task Id:	D	Remaining Duration:	0
Task Description:	Long Lead Items	Remaining Cost:	$9,143,640

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
.	%	
.	%	

Task Id:	E	Remaining Duration:	0
Task Description:	Bulk Items	Remaining Cost:	$8,777,000

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
.	%	

Task Id:	F	Remaining Duration:	0
Task Description:	Structural Fabrication	Remaining Cost:	$1,223,880

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
.	%	
.	%	

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	G	Remaining Duration:	0
Task Description:	Structural Erection	Remaining Cost:	$414,780

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
,	%	
,	%	

Task Id:	H	Remaining Duration:	0
Task Description:	Piping Fabrication	Remaining Cost:	$302,365

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
,	%	
,	%	

Task Id:	I	Remaining Duration:	0
Task Description:	Piping Erection	Remaining Cost:	$260,680

Existence Probability

Probability:	100%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Probability Branching

Successor Task	Probability	Notes

Probabilistic Links

Preceding Task	Probability	Notes
,	%	
,	%	
,	%	

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	J	Remaining Duration:	0
Task Description:	Mechanical Installation	Remaining Cost:	$107,797
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
,	%		
,	%		
Task Id:	K	Remaining Duration:	0
Task Description:	E&I Installation	Remaining Cost:	$125,999
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
,	%		
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
,	%		
,	%		
Task Id:	L	Remaining Duration:	0
Task Description:	Testing & Commissioning	Remaining Cost:	$250,000
Existence Probability			
Probability:	100%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Probability Branching			
Successor Task	Probability	Notes	
,	%		
Probabilistic Links			
Preceding Task	Probability	Notes	
,	%		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	A: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Preliminary Design	Remaining Cost:	$234,768
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	B: B	Remaining Duration:	180
Task Description:	Engineering Detailed	Remaining Cost:	$704,304
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	135		
Most Likely	180		
Maximum	225		
Task Id:	C: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Shop Drawing	Remaining Cost:	$629,040
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	D: B	Remaining Duration:	360
Task Description:	Long Lead Items	Remaining Cost:	$9,143,640
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	270		
Most Likely	360		
Maximum	450		
Task Id:	E: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Bulk Items	Remaining Cost:	$6,777,000
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	F: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Structural Fabrication	Remaining Cost:	$1,223,880
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	G: B	Remaining Duration:	60
Task Description:	Structural Erection	Remaining Cost:	$414,780
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	45		
Most Likely	60		
Maximum	75		
Task Id:	H: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Piping Fabrication	Remaining Cost:	$302,385
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	I: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	Piping Erection	Remaining Cost:	$260,680
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	J: B	Remaining Duration:	180
Task Description:	Mechanical Installation	Remaining Cost:	$107,797
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	135		
Most Likely	180		
Maximum	225		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	K: B	Remaining Duration:	120
Task Description:	E&I Installation	Remaining Cost:	$125,999
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	90		
Most Likely	120		
Maximum	150		
Task Id:	L: B	Remaining Duration:	60
Task Description:	Testing & Commissioning	Remaining Cost:	$250,000
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	45		
Most Likely	60		
Maximum	75		
Task Id:	A:1	Remaining Duration:	0
Task Description:	Late freez of basis Design	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	10		
Most Likely	15		
Maximum	20		
Existence Probability			
Probability:	5%	Notes	
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	300,000		
Most Likely	450,000		
Maximum	600,000		
Task Id:	B:2	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor understanding in Detail & Spec.	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	10		
Most Likely	15		
Maximum	20		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Correlation			
duration: A:2 - Poor understanding in Detail & Spec.		Percentage:	90%
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Correlation			
duration: A:2 - Poor understanding in Detail & Spec.		Percentage:	40%
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	150,000		
Most Likely	225,000		
Maximum	300,000		
Correlation			
duration: A:2 - Poor understanding in Detail & Spec.		Percentage:	90%
resource: A:2 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
Task Id:	A:2	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor understanding in Detail & Spec.	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	10		
Most Likely	15		
Maximum	20		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	150,000		
Most Likely	225,000		
Maximum	300,000		
Task Id:	K:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	1		
Most Likely	1		
Maximum	2		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Correlation			
duration: J:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: I:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: H:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: G:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: F:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: E:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: C:3 - Design Change		Percentage:	90%
duration: B:3 - Design Change		Percentage:	90%
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Correlation			
duration: J:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: I:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: H:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: G:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: F:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: E:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: C:3 - Design Change		Percentage:	40%
duration: B:3 - Design Change		Percentage:	40%
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	7,500		
Most Likely	11,250		
Maximum	15,000		
Correlation			
duration: J:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: J:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: I:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: I:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: H:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: H:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: G:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: G:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: F:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: F:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: E:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: E:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

duration: C:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: C:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
duration: B:3 - Design Change		Percentage:	90%
resource: B:3 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
Task Id:	J:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0

Duration Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	1	
Most Likely	1	
Maximum	2	

Existence Probability

Probability:	40%	Notes
Resource Id:	ZCRI	
Resource Description:	Threat Impact Cost	

Resource Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	7,500	
Most Likely	11,250	
Maximum	15,000	

Task Id:	I:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0

Duration Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	1	
Most Likely	1	
Maximum	2	

Existence Probability

Probability:	40%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	
Resource Id:	ZCRI	
Resource Description:	Threat Impact Cost	

Resource Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	7,500	
Most Likely	11,250	
Maximum	15,000	

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	H:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0

Duration Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	1	
Most Likely	1	
Maximum	2	

Existence Probability

Probability:	40%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Resource Id:	ZCRI
Resource Description:	Threat Impact Cost

Resource Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	7,500	
Most Likely	11,250	
Maximum	15,000	

Task Id:	G:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0

Duration Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	1	
Most Likely	1	
Maximum	2	

Existence Probability

Probability:	40%	Notes
Style:	Keep Links to other tasks	

Resource Id:	ZCRI
Resource Description:	Threat Impact Cost

Resource Uncertainty

Distribution	Beta Pert	Notes
Minimum	7,500	
Most Likely	11,250	
Maximum	15,000	

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	F:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	1		
Most Likely	1		
Maximum	2		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	7,500		
Most Likely	11,250		
Maximum	15,000		
Task Id:	E:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	1		
Most Likely	1		
Maximum	2		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	7,500		
Most Likely	11,250		
Maximum	15,000		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	C:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	1		
Most Likely	1		
Maximum	2		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	7,500		
Most Likely	11,250		
Maximum	15,000		
Task Id:	B:3	Remaining Duration:	0
Task Description:	Design Change	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	1		
Most Likely	1		
Maximum	2		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	7,500		
Most Likely	11,250		
Maximum	15,000		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	D:4	Remaining Duration:	0
Task Description:	Unclear on Planning package	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	5%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Uniform	Notes	
Minimum	0		
Maximum	0		
Task Id:	B:5	Remaining Duration:	0
Task Description:	Lack of Senior Engineers	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	10		
Most Likely	15		
Maximum	20		
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	75,000		
Most Likely	112,500		
Maximum	150,000		
Task Id:	D:6	Remaining Duration:	0
Task Description:	Failure to secure LLI	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	5		
Most Likely	7		
Maximum	10		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	30,000		
Most Likely	52,500		
Maximum	75,000		
Task Id:	D:7	Remaining Duration:	0
Task Description:	Late Delivery of LLI	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	40		
Most Likely	60		
Maximum	80		
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	300,000		
Most Likely	450,000		
Maximum	600,000		
Task Id:	D:8	Remaining Duration:	0
Task Description:	Late comment of Vendor's Drawings	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	40		
Most Likely	60		
Maximum	80		
Existence Probability			
Probability:	5%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Minimum	300,000		
Most Likely	450,000		
Maximum	600,000		
Task Id:	I:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Correlation			
duration: K:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
duration: J:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
duration: I:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
duration: H:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
duration: G:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
duration: F:9 - Poor productivity		Percentage:	40%
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285.714286		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714.285714		
Correlation			
resource: K:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: J:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: I:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: H:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: G:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: F:9 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
Task Id:	K:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	J:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	I:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	H:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Task Id:	G:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	F:9	Remaining Duration:	0
Task Description:	Poor productivity	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	40%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	J:10	Remaining Duration:	0
Task Description:	Equipment Defects	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	5		
Most Likely	7		
Maximum	10		
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	30,000		
Most Likely	52,500		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Maximum	75,000		
Task Id:	J:11	Remaining Duration:	0
Task Description:	Lack of Skilled Labor	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	10		
Most Likely	15		
Maximum	20		
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	75,000		
Most Likely	112,500		
Maximum	150,000		
ask Id:	D:12	Remaining Duration:	0
Task Description:	Uncontrolled	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	5%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Uniform	Notes	
Minimum	0		
Maximum	0		
Task Id:	L:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Correlation			
duration: K:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: J:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: I:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: H:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

duration: F:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: G:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Correlation			
resource: K:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: J:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: I:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: H:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: F:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: G:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
Task Id:	L:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Correlation			
duration: K:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: J:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: I:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: H:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: F:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
duration: G:13 - Conflict in Organization		Percentage:	20%
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Correlation			
resource: K:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: J:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: I:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: H:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%

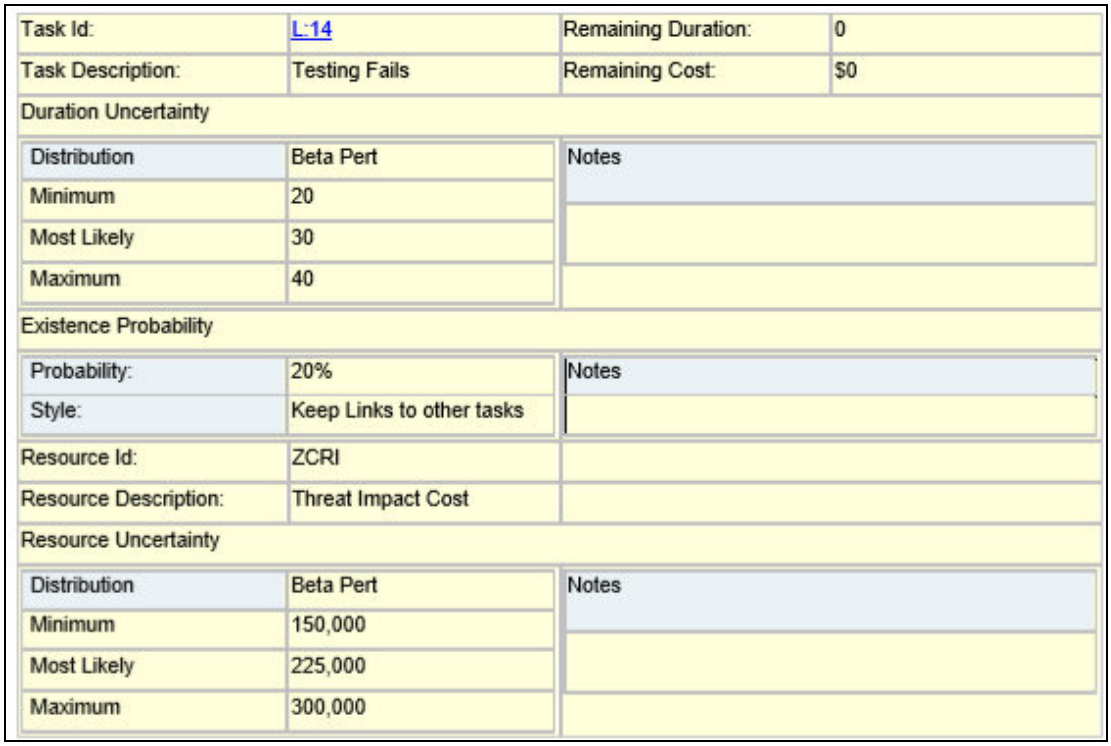
ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

resource: F:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
resource: G:13 - ZCRI, Threat Impact Cost		Percentage:	90%
Task Id:	K:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	J:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	I:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

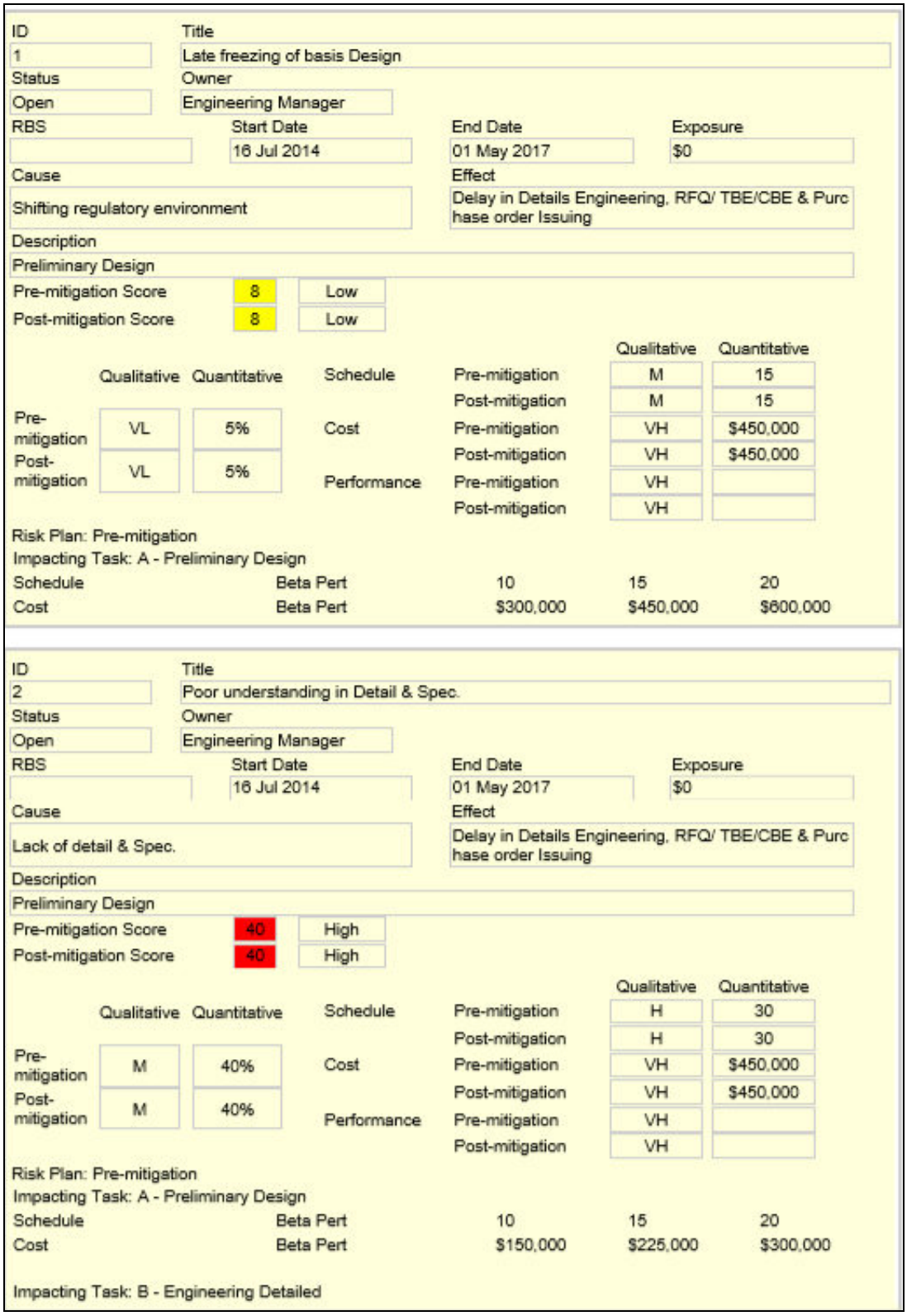
Task Id:	H:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	F:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		
Task Id:	G:13	Remaining Duration:	0
Task Description:	Conflict in Organization	Remaining Cost:	$0
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	4,285		
Most Likely	7,500		
Maximum	10,714		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)



Task Id:	L:14	Remaining Duration:	0
Task Description:	Testing Fails	Remaining Cost:	$0
Duration Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	20		
Most Likely	30		
Maximum	40		
Existence Probability			
Probability:	20%	Notes	
Style:	Keep Links to other tasks		
Resource Id:	ZCRI		
Resource Description:	Threat Impact Cost		
Resource Uncertainty			
Distribution	Beta Pert	Notes	
Minimum	150,000		
Most Likely	225,000		
Maximum	300,000		

ภาพภาคผนวก ข-3 (ต่อ)



ID	Title
1	Late freezing of basis Design
Status	Owner
Open	Engineering Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Shifting regulatory environment	Delay in Details Engineering, RFQ/ TBE/CBE & Purchase order Issuing

Description: Preliminary Design

Pre-mitigation Score	8	Low
Post-mitigation Score	8	Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	VL	5%
Post-mitigation	VL	5%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	M	15
	Post-mitigation	M	15
Cost	Pre-mitigation	VH	$450,000
	Post-mitigation	VH	$450,000
Performance	Pre-mitigation	VH	
	Post-mitigation	VH	

Risk Plan: Pre-mitigation
Impacting Task: A - Preliminary Design

Schedule	Beta Pert	10	15	20
Cost	Beta Pert	$300,000	$450,000	$600,000

ID	Title
2	Poor understanding in Detail & Spec.
Status	Owner
Open	Engineering Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Lack of detail & Spec.	Delay in Details Engineering, RFQ/ TBE/CBE & Purchase order Issuing

Description: Preliminary Design

Pre-mitigation Score	40	High
Post-mitigation Score	40	High

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	M	40%
Post-mitigation	M	40%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	H	30
	Post-mitigation	H	30
Cost	Pre-mitigation	VH	$450,000
	Post-mitigation	VH	$450,000
Performance	Pre-mitigation	VH	
	Post-mitigation	VH	

Risk Plan: Pre-mitigation
Impacting Task: A - Preliminary Design

Schedule	Beta Pert	10	15	20
Cost	Beta Pert	$150,000	$225,000	$300,000

Impacting Task: B - Engineering Detailed

ภาพภาคผนวก ข-4 ผลความเสี่ยง (Risk outputs)

Schedule	Beta Pert	10	15	20
Cost	Beta Pert	$150,000	$225,000	$300,000

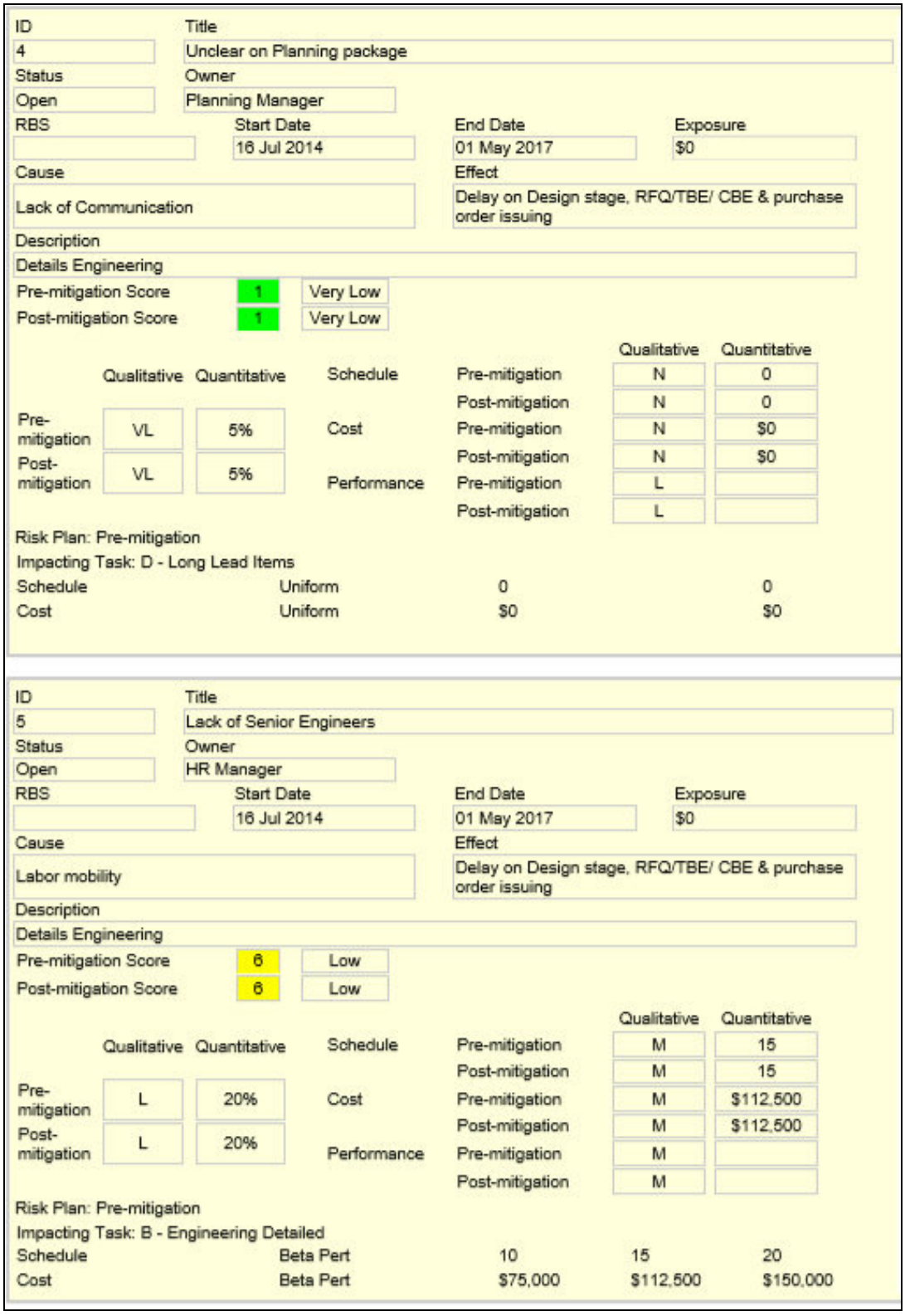
ID	Title		
3	Design Change		
Status	Owner		
Open	Engineering Manager		
RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0
Cause		Effect	
Client Variation		Cost impact, Change/Rework on fabricated items.	
Description			
Details Engineering			
Pre-mitigation Score	10	Low	
Post-mitigation Score	10	Low	

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	M	40%
Post-mitigation	M	40%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	L	9
	Post-mitigation	L	9
Cost	Pre-mitigation	M	$101,250
	Post-mitigation	M	$101,250
Performance	Pre-mitigation	M	
	Post-mitigation	M	

Risk Plan: Pre-mitigation				
Impacting Task: B - Engineering Detailed				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: C - Shop Drawing				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: E - Bulk Items				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: F - Structural Fabrication				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: G - Structural Erection				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: H - Piping Fabrication				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: I - Piping Erection				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: J - Mechanical Installation				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000
Impacting Task: K - E&I Installation				
Schedule	Beta Pert	1	1	2
Cost	Beta Pert	$7,500	$11,250	$15,000

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)



ID	Title
4	Unclear on Planning package
Status	Owner
Open	Planning Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Lack of Communication	Delay on Design stage, RFQ/TBE/ CBE & purchase order issuing

Description: Details Engineering

Pre-mitigation Score	1	Very Low
Post-mitigation Score	1	Very Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	VL	5%
Post-mitigation	VL	5%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	N	0
	Post-mitigation	N	0
Cost	Pre-mitigation	N	$0
	Post-mitigation	N	$0
Performance	Pre-mitigation	L	
	Post-mitigation	L	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: D - Long Lead Items

Schedule	Uniform	0	0
Cost	Uniform	$0	$0

ID	Title
5	Lack of Senior Engineers
Status	Owner
Open	HR Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Labor mobility	Delay on Design stage, RFQ/TBE/ CBE & purchase order issuing

Description: Details Engineering

Pre-mitigation Score	6	Low
Post-mitigation Score	6	Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	L	20%
Post-mitigation	L	20%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	M	15
	Post-mitigation	M	15
Cost	Pre-mitigation	M	$112,500
	Post-mitigation	M	$112,500
Performance	Pre-mitigation	M	
	Post-mitigation	M	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: B - Engineering Detailed

Schedule	Beta Pert	10	15	20
Cost	Beta Pert	$75,000	$112,500	$150,000

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

ID	Title
6	Failure to secure LLI
Status	Owner
Open	Procurement Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Late issue of RFQ/TBE/CBE & Purchase orders	Delay in completion of the works, Overrun on budget to complete the works

Description: Long Lead Items (LLI)

Pre-mitigation Score	5	Very Low
Post-mitigation Score	5	Very Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	M	40%
Post-mitigation	M	40%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	L	7
	Post-mitigation	L	7
Cost	Pre-mitigation	L	$52,500
	Post-mitigation	L	$52,500
Performance	Pre-mitigation	L	
	Post-mitigation	L	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: D - Long Lead Items

Schedule	Beta Pert	5	7	10
Cost	Beta Pert	$30,000	$52,500	$75,000

ID	Title
7	Late Delivery of LLI
Status	Owner
Open	Procurement Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Increasing demand for products world wide	Delay in erection schedule & project completion date

Description: Long Lead Items (LLI)

Pre-mitigation Score	40	High
Post-mitigation Score	40	High

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	M	40%
Post-mitigation	M	40%

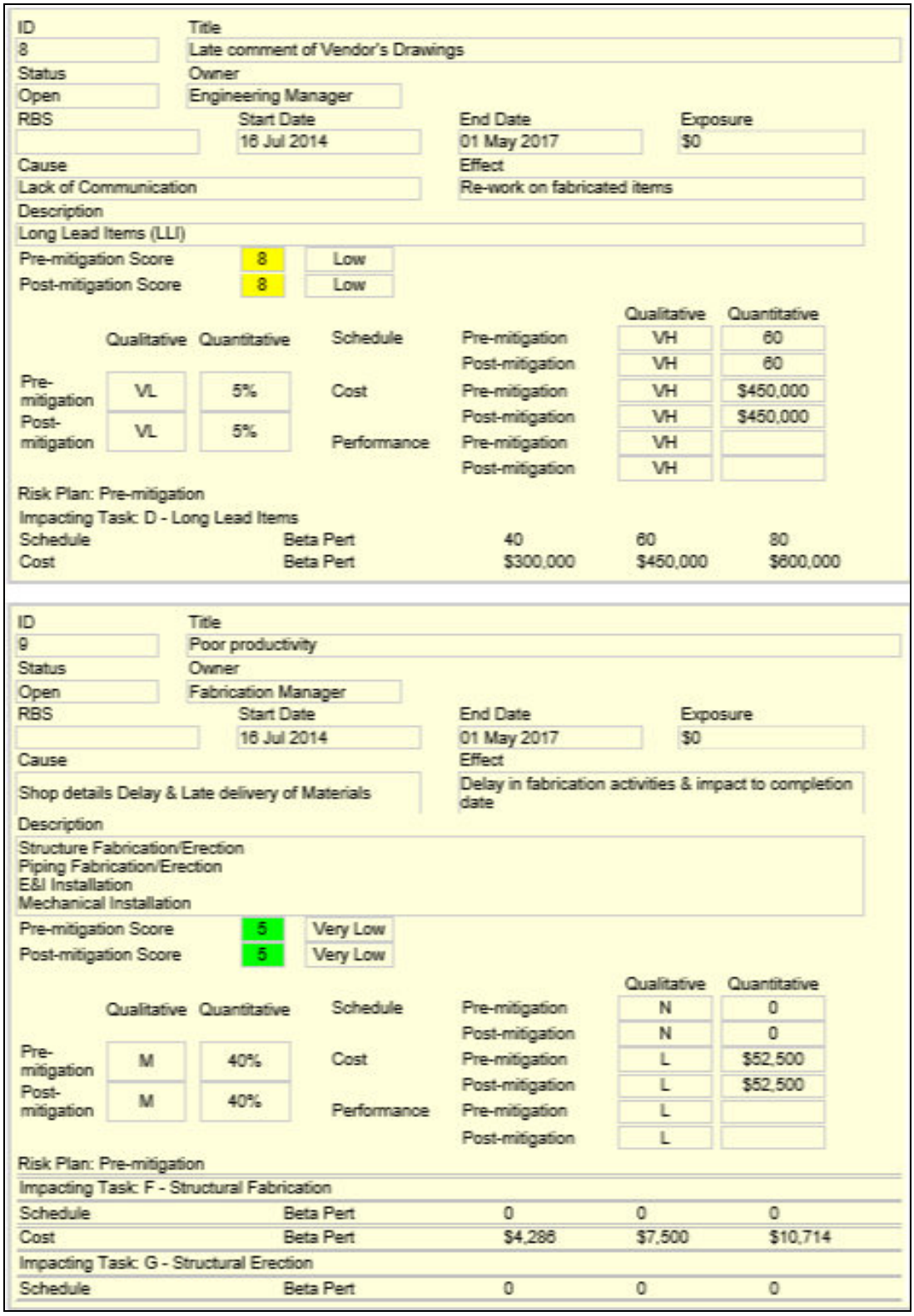
		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	VH	60
	Post-mitigation	VH	60
Cost	Pre-mitigation	VH	$450,000
	Post-mitigation	VH	$450,000
Performance	Pre-mitigation	VH	
	Post-mitigation	VH	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: D - Long Lead Items

Schedule	Beta Pert	40	60	80
Cost	Beta Pert	$300,000	$450,000	$600,000

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)



ID	Title
8	Late comment of Vendor's Drawings
Status	Owner
Open	Engineering Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Lack of Communication	Re-work on fabricated items

Description: Long Lead Items (LLI)

Pre-mitigation Score	8	Low
Post-mitigation Score	8	Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	VL	5%
Post-mitigation	VL	5%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	VH	60
	Post-mitigation	VH	60
Cost	Pre-mitigation	VH	$450,000
	Post-mitigation	VH	$450,000
Performance	Pre-mitigation	VH	
	Post-mitigation	VH	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: D - Long Lead Items

Schedule	Beta Pert	40	60	80
Cost	Beta Pert	$300,000	$450,000	$600,000

ID	Title
9	Poor productivity
Status	Owner
Open	Fabrication Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Shop details Delay & Late delivery of Materials	Delay in fabrication activities & impact to completion date

Description: Structure Fabrication/Erection; Piping Fabrication/Erection; E&I Installation; Mechanical Installation

Pre-mitigation Score	5	Very Low
Post-mitigation Score	5	Very Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	M	40%
Post-mitigation	M	40%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	N	0
	Post-mitigation	N	0
Cost	Pre-mitigation	L	$52,500
	Post-mitigation	L	$52,500
Performance	Pre-mitigation	L	
	Post-mitigation	L	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: F - Structural Fabrication

Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714

Impacting Task: G - Structural Erection

Schedule	Beta Pert	0	0	0

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: H - Piping Fabrication				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: I - Piping Erection				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: J - Mechanical Installation				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: K - E&I Installation				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: L - Testing & Commissioning				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714

ID	Title		
10	Equipment Defects		
Status	Owner		
Open	Logistic Manager		
RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0
Cause		Effect	
Transportation		Re-work on fabricated items	
Description			
E&I Installation Mechanical Installation			
Pre-mitigation Score	3	Very Low	
Post-mitigation Score	3	Very Low	

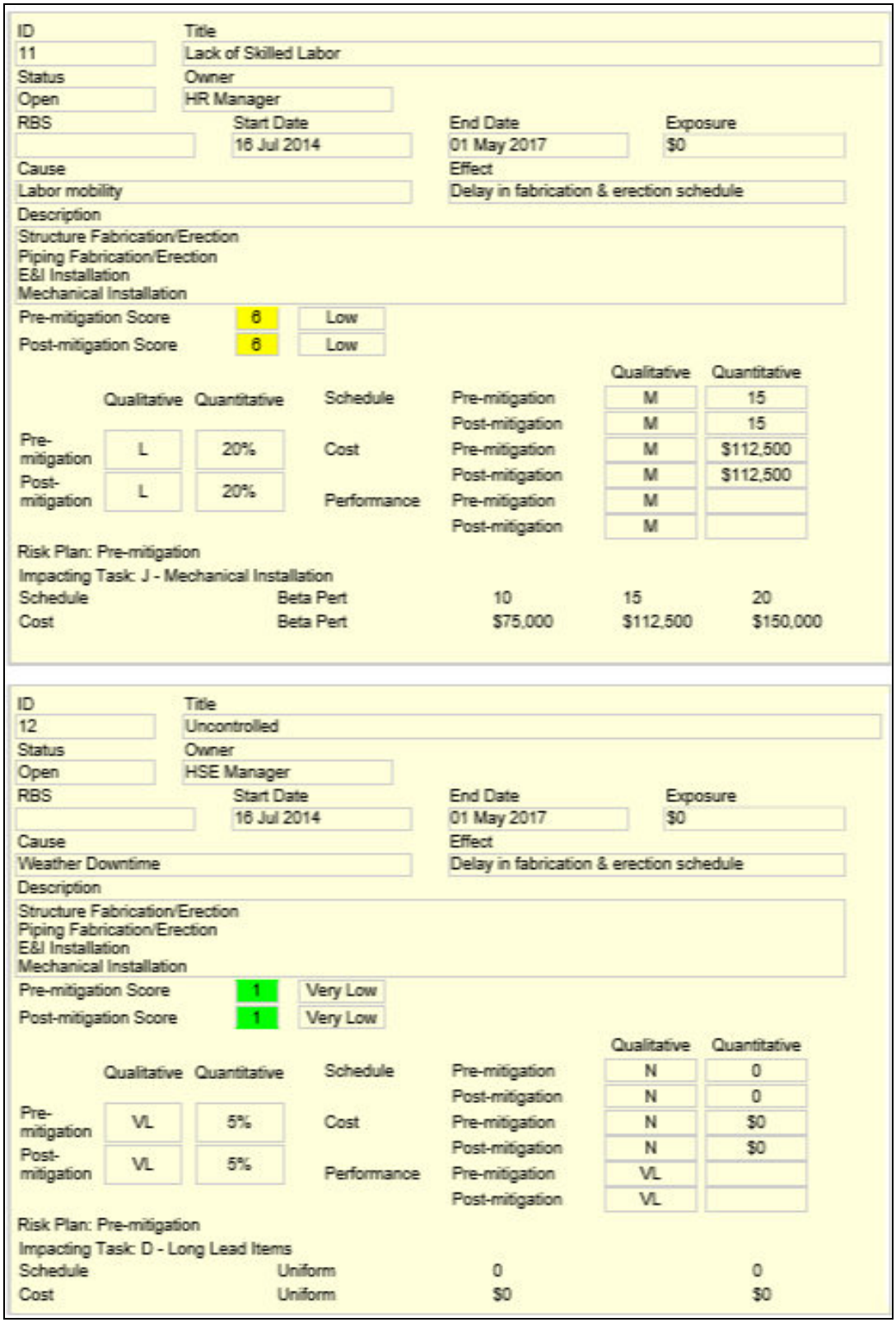
	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	L	20%
Post-mitigation	L	20%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	L	7
	Post-mitigation	L	7
Cost	Pre-mitigation	L	$52,500
	Post-mitigation	L	$52,500
Performance	Pre-mitigation	L	
	Post-mitigation	L	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: J - Mechanical Installation				
Schedule	Beta Pert	5	7	10
Cost	Beta Pert	$30,000	$52,500	$75,000

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)



ID	Title
11	Lack of Skilled Labor
Status	Owner
Open	HR Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Labor mobility	Delay in fabrication & erection schedule

Description

Structure Fabrication/Erection
Piping Fabrication/Erection
E&I Installation
Mechanical Installation

Pre-mitigation Score	6	Low
Post-mitigation Score	6	Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	L	20%
Post-mitigation	L	20%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	M	15
	Post-mitigation	M	15
Cost	Pre-mitigation	M	$112,500
	Post-mitigation	M	$112,500
Performance	Pre-mitigation	M	
	Post-mitigation	M	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: J - Mechanical Installation

Schedule	Beta Pert	10	15	20
Cost	Beta Pert	$75,000	$112,500	$150,000

ID	Title
12	Uncontrolled
Status	Owner
Open	HSE Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Weather Downtime	Delay in fabrication & erection schedule

Description

Structure Fabrication/Erection
Piping Fabrication/Erection
E&I Installation
Mechanical Installation

Pre-mitigation Score	1	Very Low
Post-mitigation Score	1	Very Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	VL	5%
Post-mitigation	VL	5%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	N	0
	Post-mitigation	N	0
Cost	Pre-mitigation	N	$0
	Post-mitigation	N	$0
Performance	Pre-mitigation	VL	
	Post-mitigation	VL	

Risk Plan: Pre-mitigation

Impacting Task: D - Long Lead Items

Schedule	Uniform	0	0
Cost	Uniform	$0	$0

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

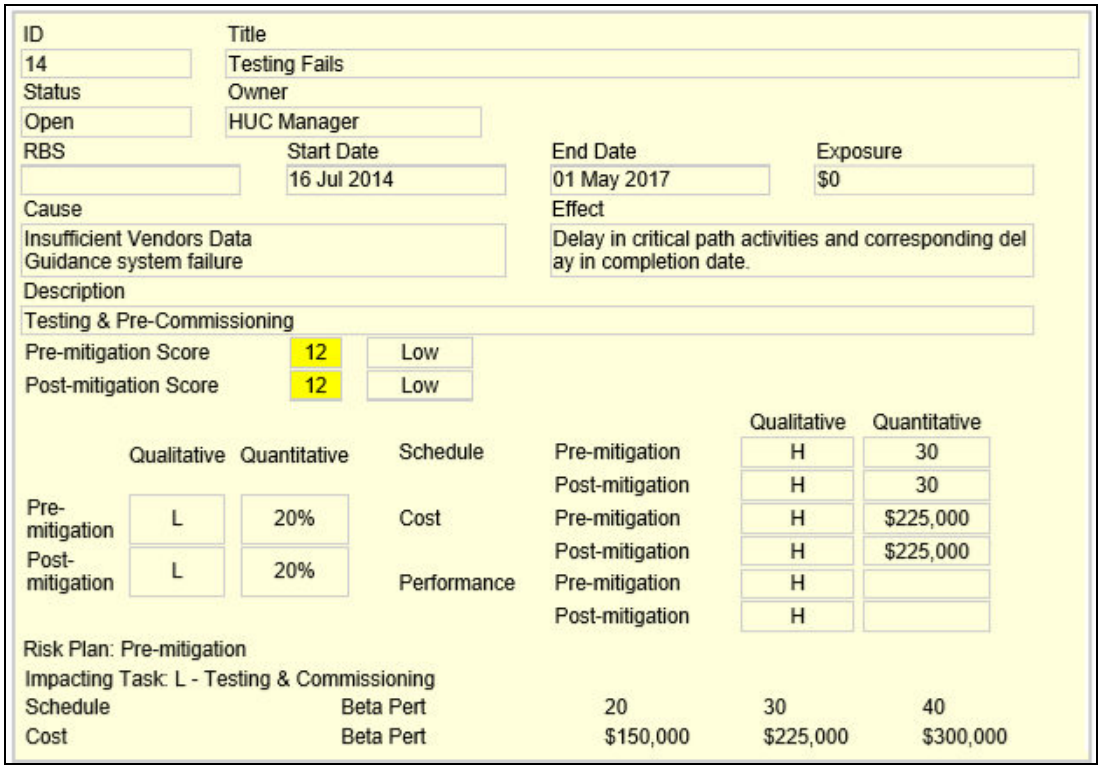
ID	Title			
13	Conflict in Organization			
Status	Owner			
Open	HR Manager			
RBS	Start Date	End Date	Exposure	
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0	
Cause		Effect		
Manpower shortage		Delay in fabrication & erection schedule		
Description				
Structure Fabrication/Erection Piping Fabrication/Erection E&I Installation Mechanical Installation				
Pre-mitigation Score	3	Very Low		
Post-mitigation Score	3	Very Low		

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	L	20%
Post-mitigation	L	20%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	N	0
	Post-mitigation	N	0
Cost	Pre-mitigation	L	$52,500
	Post-mitigation	L	$52,500
Performance	Pre-mitigation	L	
	Post-mitigation	L	

Risk Plan: Pre-mitigation				
Impacting Task: G - Structural Erection				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: F - Structural Fabrication				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: H - Piping Fabrication				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: I - Piping Erection				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: J - Mechanical Installation				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: K - E&I Installation				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714
Impacting Task: L - Testing & Commissioning				
Schedule	Beta Pert	0	0	0
Cost	Beta Pert	$4,286	$7,500	$10,714

ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)



ID	Title
14	Testing Fails
Status	Owner
Open	HUC Manager

RBS	Start Date	End Date	Exposure
	16 Jul 2014	01 May 2017	$0

Cause	Effect
Insufficient Vendors Data Guidance system failure	Delay in critical path activities and corresponding del ay in completion date.

Description

Testing & Pre-Commissioning

Pre-mitigation Score	12	Low
Post-mitigation Score	12	Low

	Qualitative	Quantitative
Pre-mitigation	L	20%
Post-mitigation	L	20%

		Qualitative	Quantitative
Schedule	Pre-mitigation	H	30
	Post-mitigation	H	30
Cost	Pre-mitigation	H	$225,000
	Post-mitigation	H	$225,000
Performance	Pre-mitigation	H	
	Post-mitigation	H	

Risk Plan: Pre-mitigation

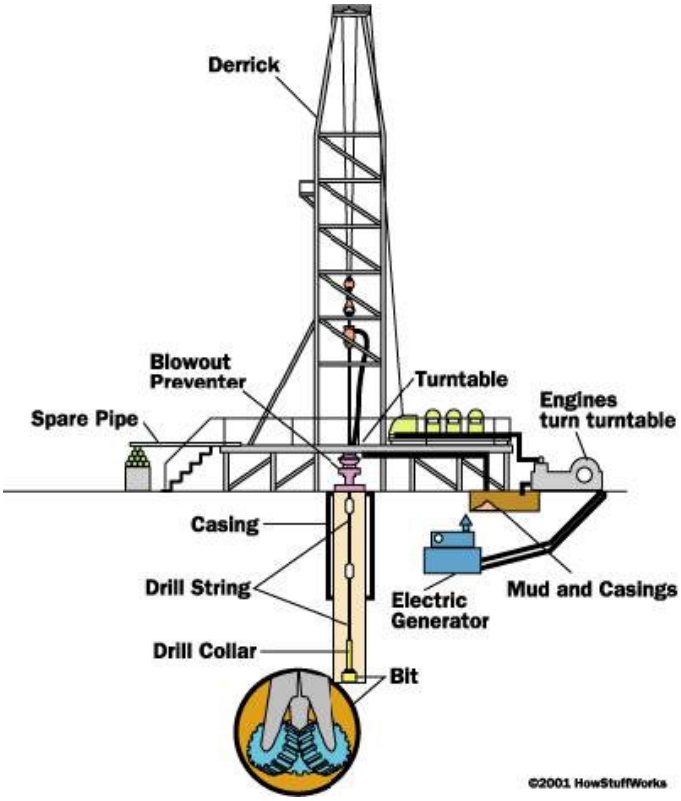
Impacting Task: L - Testing & Commissioning

Schedule	Beta Pert	20	30	40
Cost	Beta Pert	$150,000	$225,000	$300,000

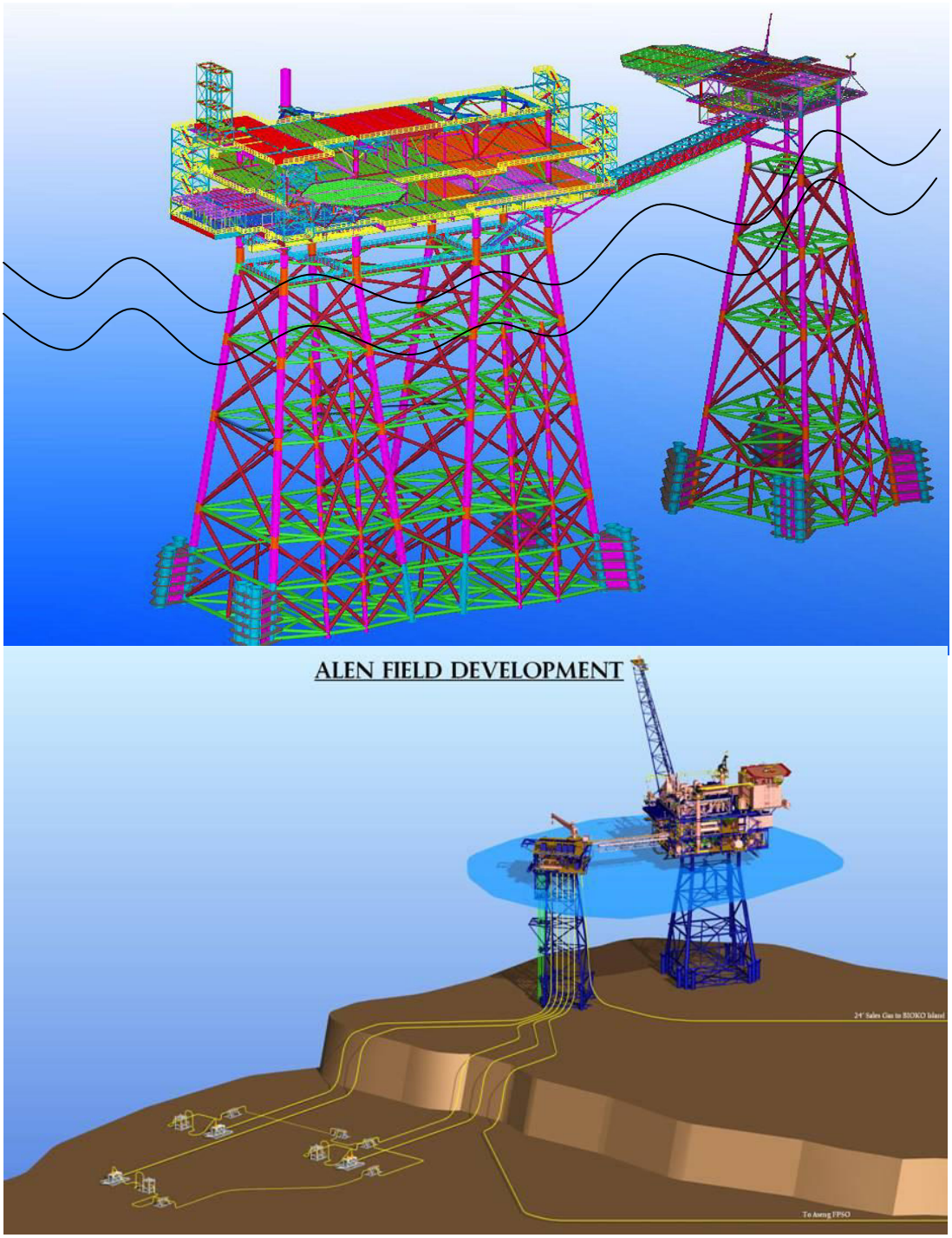
ภาพภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

ภาคผนวก ค

ภาพประกอบโครงการการพัฒนาแหล่งน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาตินอกชายฝั่ง



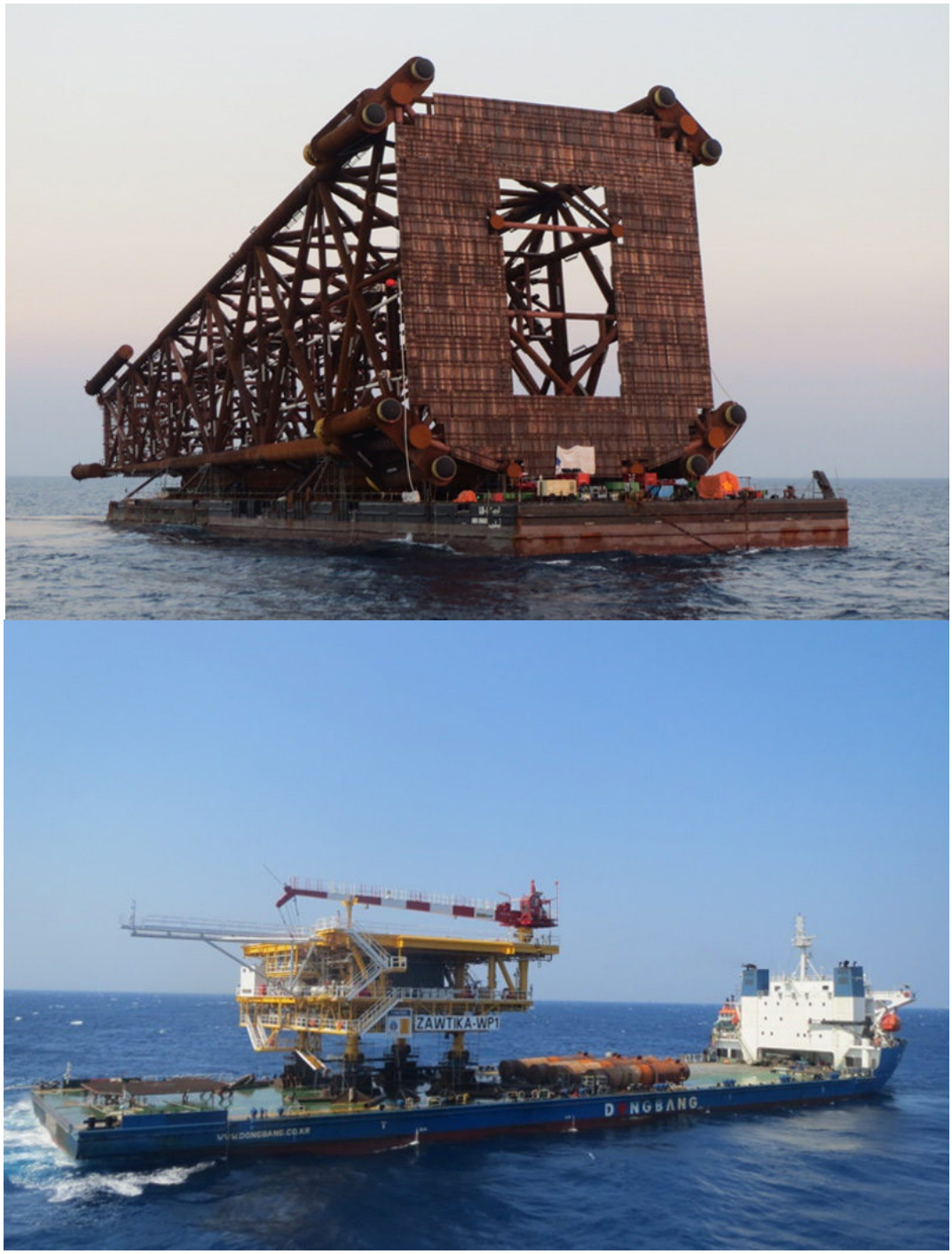
ภาพภาคผนวกที่ ค-1 การสำรวจและขุดเจาะ (Engenya GmbH, 2013, JS Neoplan Co., Ltd, 2015)



ภาพภาคผนวกที่ ค-2 แนวคิดในการออกแบบ (Takla Corporation, 2015/ Cronus Technology, Inc., 2015)

ภาคผนวกที่ ค-3 การประกอบงานฐานราก (Thai Nippon Steel Engineering & Construction Corp., Ltd., 2015)

ภาพภาคผนวกที่ ค-4 การประกอบหน่วยส่วนผลิต (Thai Nippon Steel Engineering & Construction Corp., Ltd., 2015)



ภาพภาคผนวกที่ ค-5 การขนส่งทางทะเล (Offshore Construction Specialists Pte Ltd, 2015)

ภาพภาคผนวกที่ ค-6 การติดตั้งงานฐานราก (Offshore Construction Specialists Pte Ltd, 2015)

ภาพภาคผนวกที่ ค-6 การติดตั้งหน่วยผลิต (Offshore Construction Specialists Pte Ltd, 2015)