สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงในงานอุโมงค์ในชั้นหิน
กรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ

Reducing risk for rock tunneling:
A Case study of Lam Ta Khong Pumped Storage Project

T033951

นายธีระภัทร์ เหล่าสุวรรณรัชต
นายพนม น้อยนวล
นางสาวสุรวรรณ อมรปรัชญา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....33951
วัน, เดือน, ปี 23 ก.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของงานอื่นใด ทั้งในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REDUCING RISK FOR ROCK TUNNELING:
CASE STUDY OF LAM TA KHONG PUMPED STORAGE PROJECT

MR.TEERAPAT LAOSUWANNARAT
MR.PHANOM NOINUAL
MISS.SURAWAN AMORNPRATYA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS OF THE BACHELOR
DEGREE OF CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงในงานอุโมงค์ในชั้นหิน
กรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ
Reducing Risk for Rock Tunneling:
Case study of Lam Ta Khong Pumped Storage Project

นักศึกษา 1.นายธีระภัทร์ เหล่าสุวรรณรัชต รหัส 38014215
2.นายพนม น้อยนวล รหัส 38014317
3.นางสาวสุรวรรณ อมรปรัชญา รหัส 38014592

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์แหลมทอง เหล่าคงถาวร

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์	.....
อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	.....
อ.อุบะ ศิริแก้ว	.....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ เดือน พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงของงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน กรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ

นายธีระภัทร์ เหล่าสุวรรณรัชต
นายพนม น้อยนวล
นางสาวสุรวรรณ อมรปรัชญา
อาจารย์ แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

งานก่อสร้างอุโมงค์จัดว่าเป็นงานก่อสร้างที่มีความซับซ้อนอย่างหนึ่งซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับงานระบบต่างๆ เทคนิคการก่อสร้างที่ทันสมัย วิทยาการชั้นสูง นอกจากนั้นยังต้องใช้ความชำนาญของทีมงานหลายฝ่าย รวมทั้งค่าก่อสร้างของโครงการค่อนข้างสูงตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ ซึ่งเต็มไปด้วยความไม่แน่นอนของงานต่างๆมากมาย จากลักษณะต่างๆเหล่านี้ ทำให้งานก่อสร้างอุโมงค์ถือว่าเป็นงานที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาต่างๆมากมายที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้าง และยังส่งผลให้เกิดความล่าช้าของงาน และราคาค่าก่อสร้างที่สูงขึ้นจากการชดเชยงานที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงในงานอุโมงค์

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับเป็นกรณีศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ ปัญหาด้าน Site investigation สัญญา และการออกแบบ โดยรวบรวมจากเอกสารของโครงการฯ ประกอบกับการสัมภาษณ์และทำแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของวิศวกรฝ่ายเจ้าของโครงการเกี่ยวกับผลกระทบ และระดับความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้ Factor Analysis Method กับความเสี่ยงที่เกิดของโครงการฯ เพื่อเปรียบเทียบกับแนวทางปฏิบัติที่เสนอโดยนักวิชาการในกรณีตัวอย่างจากงานอุโมงค์ต่างๆทั่วโลก นำไปสู่แนวทางป้องกันสำหรับโครงการลักษณะเดียวกันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REDUCING RISK FOR ROCK TUNNELING:
A CASE STUDY OF LAM TA KHONG PUMPED STORAGE PROJECT

Teerapat Laosuwannarat
Phanom Noinual
Surawan Amornpratya
Lamthong Laokhongthavorn : Adviser
1998

Abstract

The tunneling construction is the most of complex construction project, which must concern with many activities and systems, innovative construction technique and high technology. Further more, it requires high experience, skill, and cost for construction and operation. From begin to end, the construction process is complex and characterized by many uncertainties. For these reasons, tunneling project is considered as a high risky project. All risk events induce many construction problems, which cause project delay and cost overrun, due to rework, reimbursement, dispute and others. Therefore this study would like to concentrate on methodology to reducing risk in tunneling project.

By using Lam Ta Khong Pumped Storage Project as a case study, analysis was focused on site investigation, contract and design. The study was conduced by data gathering form many project documents and site investigation. Information about frequency and influence of problems elicited form the in-house engineering by interview and analyzed by factor analysis. Project risks were compare with risk reducing process that proposed by much published work. So that this could evidently provide us the solution to reduce risk for next similar project.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก อ. แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้แนวทาง คอยให้คำแนะนำ คำวิจารณ์ และคอยช่วยเหลือตลอดเวลาการทำงาน ในการทำโครงการพิเศษฉบับนี้ ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อบุคคลและการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ดังรายชื่อต่อไปนี้ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

คุณรฤก วิศวกรฝ่ายวางแผนงานก่อสร้างพลังน้ำ กฟผ.

คุณกิตติศักดิ์ ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยโยธา โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับลำตะคอง

คุณสุพล ตันโสภาธนาศักดิ์ หัวหน้าหน่วยวิศวกรรมสนาม โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับลำตะคอง

คุณประทุมขวัญ วิศวกรฝ่ายวิศวกรรมสนาม โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับลำตะคอง

เจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตทุกท่าน ในฝ่ายก่อสร้างพลังน้ำ กองโยธา และฝ่ายโครงการลำตะคอง ทั้งท่านที่ประจำที่บางกรวย และที่โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับลำตะคอง ที่ได้ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษทุกๆท่าน ที่ช่วยชี้แนะถึงจุดบกพร่องของงานที่ทำการ Present และดูแลเอาใจใส่พวกเราเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้มาโดยตลอดและคอยดูแลห่างใยเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกคนที่คอยปลอบใจเวลาที่หวกเราท้อแท้ ตลอดจนแนะแนวทางแก้ปัญหา ขอบคุณความผูกพันและความรู้สึกดีๆที่มีให้กัน ความร่วมแรงร่วมใจ ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตลอดระยะเวลาที่ร่ำเรียนมาด้วยกันในภาควิชาแห่งนี้

ขอบคุณโครงงานพิเศษที่ช่วยให้รู้จักตนเองและคุณค่าของตนจากผลของงาน และท้ายที่สุดคือ บิดา-มารดา ผู้ซึ่งให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียน คอยสนับสนุนช่วยเหลือในทุกด้าน และให้กำลังใจเสมอมา

นายธีระภัทร์ เหล่าสุวรรณรัชต

นายพนม น้อยนวล

นางสาวสุรวรรณ อมรปรัชญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	I
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
	กิตติกรรมประกาศ	III
	สารบัญ	IV
	สารบัญรูป	VII
	สารบัญตาราง	VIII
1	**บทนำ**	1
	1.1 ปัญหาและที่มา	1
	1.2 จุดประสงค์การศึกษา	1
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
	1.4 วิธีการศึกษา	3
2	**ทบทวนวรรณกรรม**	5
	2.1 คำจำกัดความและระบบการจัดการของความเสี่ยง	5
	2.2 ความเสี่ยงในการก่อสร้างอุโมงค์	6
	2.3 การลดและบรรเทาความเสี่ยงในงานก่อสร้าง	8
	2.4 โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ	17
	2.4.1.การดำเนินงานก่อสร้างและสัญญาโครงการฯ	19
	2.4.2.วิศวกรที่ปรึกษา	20
	2.4.3.งานก่อสร้างโยธา สัญญา LTK-C1	20
	2.4.4.อุโมงค์หลักของโครงการฯ	20
	2.4.5.มูลค่าของโครงการ	21
	2.4.6.ปัญหาของงานอุโมงค์ในชั้นหิน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
3	**การวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ**	23
	3.1 บทนำ	23
	3.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยง	23
	3.2.1 การประเมินความเสี่ยงจากแผนงานและเอกสารโครงการ	23
	3.2.1.1 การดำเนินงานด้าน Site investigation	23
	3.2.1.2 การดำเนินงานด้านสัญญา	26
	3.2.1.3 การดำเนินงานด้านการออกแบบ	28
	3.2.2 การประเมินความเสี่ยงด้วยแบบสอบถาม	30
	3.2.2.1 ผลวิเคราะห์ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผู้กรอกแบบสอบถาม	30
	3.2.2.2 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นเรื่องระดับความถี่และระดับผลกระทบในแต่ละปัญหา	32
	3.2.3 การวิเคราะห์โดย Factor analysis	36
4	**การลดความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน**	41
	4.1 บทนำ	41
	4.2 แนวทางการลดความเสี่ยง	41
	4.2.1 การดำเนินงานด้าน Site investigation	41
	4.2.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	45
	4.2.1.2 การสำรวจเบื้องต้น	45
	4.2.1.3 การประเมินผลข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญหรือบริษัทที่ปรึกษา	45
	4.2.1.4 การสำรวจเพื่อการออกแบบ	46
	4.2.2 การดำเนินงานด้านสัญญา	47
	4.2.2.1 ความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการ	50
	4.2.2.2 สภาพแวดล้อมของโครงการ	50
	4.2.2.3 วิธีดำเนินงานของโครงการ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.2.3 การออกแบบ	55
	4.2.3.1 การออกแบบระบบขุดเจาะ	56
	4.2.3.2 การออกแบบระบบที่รองรับ	59
	4.2.3.3 การออกแบบระบบระบายน้ำ และระบบGrouting	63
5	**สรุป และ เสนอแนะ**	66
	หนังสืออ้างอิง	69
	ภาคผนวก	71
	ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	71
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์โดย Factor analysis	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	คำอธิบาย	หน้า
1.1	วิธีการศึกษา	3
3.1	แผนภูมิแสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งตามระดับการศึกษา	31
3.2	ขั้นตอน Factor Analysis	36
4.1	ขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้าง (DUDECK, 1989)	42
4.2	ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน Site investigation	44
4.3	การเลือกสัญญา (Contract Selection)	49
4.4	ประเภทของสัญญาและการกระจายความเสี่ยง (CIRIA, 1977)	55
4.5	Design Excavation System	56
4.6	Design Support System	59
4.7	Design Drainage and Grouting System	63
5.1	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างอุโมงค์ในด้าน Site investigation, Contract และ Design	66
5.2	ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างอุโมงค์	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	คำอธิบาย	หน้า
2.1	สรุปการลดและแบ่งเบาความเสี่ยง	16
3.1	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามลักษณะการทำงานในปัจจุบัน	32
3.2	สรุปผลแบบสอบถาม	34
5.1	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างแนวทางปฏิบัติงานของโครงการฯ และต่างประเทศ	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มา (General Background and Problems)

ในปัจจุบันการก่อสร้างได้หันมาใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในชั้นหินมากขึ้น งานก่อสร้างอุโมงค์มีให้เห็นมากมายแตกต่างกันไปตามลักษณะและขนาดของโครงการนั้นๆ นอกจากนั้นความจำเป็นของงานก่อสร้างอุโมงค์ยังมีแนวโน้มมากขึ้น งานก่อสร้างอุโมงค์ถือเป็นงานประเภทหนึ่งที่ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนและสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย ทำให้การก่อสร้างเต็มไปด้วยความยากลำบากและต้องเผชิญกับสภาพความเสี่ยงต่างๆมากมาย ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอุโมงค์มีมากกว่างานก่อสร้างประเภทอื่นๆเนื่องจากต้องเผชิญกับสภาพงานต่างๆที่มีความไม่แน่นอนสูงเช่น ลักษณะทางธรณีวิทยาซึ่งเราไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้าจนกว่าจะทำการเจาะสำรวจโดยมูลค่าของงานเจาะสำรวจจะแปรผันกับความสมบูรณ์ของข้อมูล

โครงการก่อสร้างอุโมงค์มักจะเป็นโครงการขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง ต้องใช้ความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ เครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง และสภาพสัญญาที่มีความซับซ้อนรวมถึงการทำงานร่วมกันหลายฝ่าย ลักษณะของงานอุโมงค์ที่กล่าวมานี้ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา และผู้อื่นที่เกี่ยวข้องไม่สามารถปฏิเสธได้ และต้องพร้อมที่จะรับมือกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งความสนใจไปที่การระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน โดยรวมความเสี่ยงของงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินที่ต่างๆในโลกที่ได้ตีพิมพ์ไว้ในวารสารระดับนานาชาติ แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับความเสี่ยงของ โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับในแง่ของวิธีการลดและแบ่งเบาความเสี่ยงระหว่างเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมา

1.2 จุดประสงค์การศึกษา (Objectives of The Study)

จุดประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้ คือ ศึกษาวิธีการลดความเสี่ยงที่เกิดกับเจ้าของโครงการในงานก่อสร้างอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์รองอื่นๆได้แก่

1.2.1 ศึกษาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอุโมงค์

1.2.2 พยายามหาสาเหตุของปัญหาต่างๆที่เกิดจากความเสี่ยงในโครงการก่อสร้างอุโมงค์

1.2.3 ศึกษาขอบเขตการลดและแบ่งปันความเสี่ยงระหว่างเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา

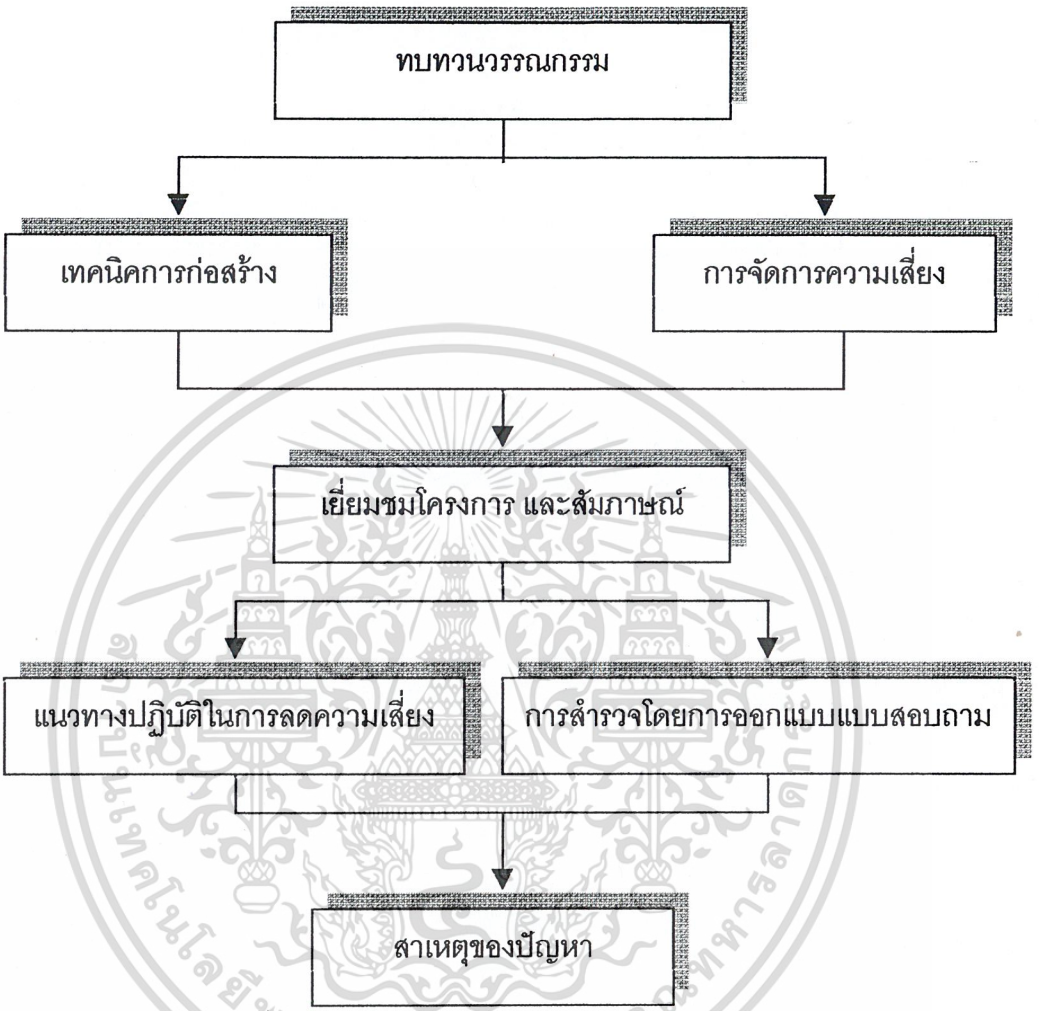
1.2.4 เพื่อกำหนดวิธีการที่เหมาะสมในการรับผิดชอบความเสี่ยง

1.3 ขอบเขตการศึกษา (Scope and Limitation of The Study)

การศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาในมุมมองของเจ้าของโครงการ ที่จะต้องเป็นผู้รับความเสี่ยงหลักในการก่อสร้างอุโมงค์ กล่าวคือ ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับโครงการได้แก่ ปัญหาด้านการสำรวจเบื้องต้น, ปัญหาด้านสัญญา, และปัญหาด้านการออกแบบ และศึกษาวิธีการลดและแบ่งปันความเสี่ยง(Redicing and Sharing of Risk)เนื่องจากปัญหาดังกล่าว ในกรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ ซึ่งจะศึกษาเฉพาะในส่วนของงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินของสัญญางานก่อสร้างโยธา LTK-C1 ของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 **วิธีการศึกษา** (Methods of The Study)



รูปที่1.1 วิธีการศึกษา

1.4.1 ทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

ศึกษาและรวบรวมความรู้เกี่ยวกับการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน, การจัดการความเสี่ยงและความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์ จากตำรา บทความ บทวิจารณ์ วิทยานิพนธ์ และเอกสารของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 เยี่ยมชมโครงการ และการสัมภาษณ์ (Site visit and interview)

ศึกษาลักษณะ สภาพแวดล้อม และสถานที่ก่อสร้างของโครงการ รวมทั้งทำการสัมภาษณ์วิศวกรสนามเกี่ยวกับสภาพการปฏิบัติงานจริง

1.4.3 การสำรวจโดยการออกแบบสอบถาม(Survey questionnaires)

จัดทำแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างตามทัศนะของวิศวกรสนามและวิศวกรผู้บริหารของเจ้าของโครงการก่อสร้างอุโมงค์

1.4.4 การกำหนดขั้นตอนปฏิบัติในการลดความเสี่ยง

สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสำรวจ และข้อมูลจากโครงการฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 คำจำกัดความและระบบการจัดการของความเสี่ยง

2.1.1 คำจำกัดความ ความเสี่ยง

"ความเสี่ยง(Risk)" มีการกระจายอยู่ทุกส่วนของการดำเนินงาน สามารถจำกัดความได้ คือ เหตุการณ์ที่มีการหลบหลีก หรือพลิกแพลง(Elusive) จะวัดและทราบได้เมื่อเกิดการโต้แย้ง (Controversial)ขึ้นมา (LIFSON AND SHAIFER, 1982)

ความเสี่ยง หมายถึง การเปิดกว้างต่อโอกาสที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์หรือผลกระทบด้านตรงข้ามกับจุดประสงค์ของโครงการ คำอื่นๆที่มีความหมายใกล้เคียงกับความเสี่ยง(Risk) และอาจใช้แทนกันได้ ได้แก่ ความไม่แน่นอน(Uncertainty) อันตราย(Hazard) เป็นต้น (AL-BAHAR AND CRANDALL, 1991)

ความเสี่ยง คือ ความไม่แน่นอนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในโครงการก่อสร้าง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความสูญเสียหรือการบาดเจ็บ (CIRIA, 1977)

คำว่า"ความเสี่ยง"มีหลายความหมายแตกต่างกันไปตามผู้ที่ใช้ คือ เจ้าของโครงการ (Owner) วิศวกร(Engineer) ผู้รับเหมา(Contractor) นายธนาคาร(Banker) หรือบริษัทประกันภัย (Insurer) ในที่นี้จะกล่าวถึงความเสี่ยงในความหมายของเจ้าของโครงการ และมีอิทธิพลสำคัญต่อการก่อสร้างอุโมงค์

2.2.2 ระบบการจัดการความเสี่ยง มีดังนี้

2.2.2.1. Risk identification: เป็นขั้นตอนแรก ซึ่งเป็นการพิจารณาความเสี่ยงที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับโครงการ

2.2.2.2. Risk analysis and evaluation : เป็นขั้นตอนซึ่งวิเคราะห์ความเสี่ยงจาก Risk identificationถึงระดับผลกระทบและระดับความถี่ที่เกิดขึ้นกับโครงการ

2.2.2.3. Response management : เป็นขั้นตอนการจัดการลดความเสี่ยง มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดังนี้

- Risk avoidance : เป็นการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่เป็นอันตรายต่อโครงการในระดับสูง
- Loss reduction and risk preventation : เป็นการลดความสูญเสียและป้องกันความเสี่ยง
- Risk retention : เป็นการรับความเสี่ยงโดยต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหารับมือกับความเสี่ยงเหล่านี้ได้
- Risk transfer : เป็นการกระจายความเสี่ยงไปสู่องค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- Insurance: เป็นการประกัน เพื่อลดความเสี่ยง

(Jamal F. Al-Bahar and Kelth C. Crandall)

2.2 ความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์

สามารถแบ่งตามแหล่งที่มาของความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ที่เกิดได้ (CIRIA, 1977) ดังนี้

2.2.1 งานทางกายภาพ

1.) สภาวะทางกายภาพ:

- สภาวะชั้นหินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงสูง
- น้ำท่วมเนื่องจากน้ำในชั้นหิน หรือระดับน้ำด้านบน

2.) อุปสรรคที่จากฝีมือมนุษย์ในส่วนของ

- ทางเดินท่อและสาขา
- บ่อน้ำ หลุมเจาะ บ่อแร่ ฯลฯ
- พื้นดินที่จำกัด
- เหมืองแร่ร้างและเศษแร่ที่ตกตะกอน
- ผลกระทบจากตะกอนแร่

3.) ความบกพร่องของวัสดุหรือความชำนาญของผู้รับเหมา

4.) ความบกพร่องของวัสดุหรือความชำนาญของผู้รับเหมารายย่อย

5.) ค่าใช้จ่ายที่สูงของการทดสอบและการเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ความล่าช้าและอุปสรรคเนื่องจาก

1.) การทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของวิศวกรหรือเจ้าของโครงการ

2.) ความไม่มีประสิทธิภาพของผู้รับเหมา

3.) ความไม่มีประสิทธิภาพของผู้รับเหมารายย่อย

4.) เครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ

5.) การทะเลาะวิวาทของคนงาน

6.) ความล่าช้าที่ทั้ง 2 ฝ่ายไม่สามารถควบคุมได้

2.2.3 การแนะนำและการควบคุมงานก่อสร้าง

1.) ไม่มีประสิทธิภาพ

2.) ไม่มีเหตุผล

3.) ไม่มีความสามารถ

4.) ความลำเอียง

5.) การละเลย หรือไม่ปฏิบัติตามใบเสนอราคา

6.) ความบกพร่องในการออกแบบงานชั่วคราวหรืองานถาวร

2.2.4 ความเสียหายและการบาดเจ็บของบุคคลและทรัพย์สิน

1.) เนื่องจากความไม่เอาใจใส่ในการออกแบบหรือก่อสร้างงานชั่วคราว, งานถาวร ฯลฯ ของผู้รับเหมา

2.) เนื่องจากความไม่เอาใจใส่ของผู้รับเหมารายย่อย

3.) เนื่องจากความไม่เอาใจใส่ในการออกแบบของวิศวกร หรือเจ้าของโครงการ

4.) เนื่องจากความเสี่ยงที่ไม่สามารถประกันได้ เช่น สงคราม เป็นต้น

2.2.5 ความขาดแคลนทรัพยากร

ความขาดแคลนพนักงาน คนงาน เครื่องจักร วัสดุ เวลา และเงินทุน

2.2.6 ผลกระทบเนื่องจากนโยบายของรัฐบาล

1.) ด้านภาษี กฎหมายแรงงาน และข้อบัญญัติเกี่ยวกับความปลอดภัย

2.) งบประมาณทางด้านการเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 ความขัดแย้ง

การจลาจล สงคราม การขู่คุกคาม เป็นต้น

2.2.8 การชำระหนี้

1.) อัตราแลกเปลี่ยนมีการผันผวน

2.) ความล่าช้าในการดำเนินการพิจารณาข้อเรียกร้องค่าใช้จ่าย (Claims)

3.) การขาดแคลนด้านเงินลงทุน

4.) ความล่าช้าในการจ่ายค่าหนังสือรับรอง

5.) การล้มละลายของผู้รับเหมา และผู้รับเหมารายย่อย

6.) ความล้มเหลวในกระบวนการวัด และการประมาณมูลค่าของงาน

2.2.9 ภาวะเงินเฟ้อ

2.2.10 การตัดสินโดยอนุญาโตตุลาการและกฎหมาย

1.) ความล่าช้าในการพิจารณาข้อพิพาท

2.) ความไม่ยุติธรรม

3.) ความไม่แน่นอนของคำตัดสินเนื่องจากขาดการบันทึก ความไม่ยุติธรรม ความกำกวมของสัญญา หรือความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการทางกฎหมาย

4.) ค่าใช้จ่ายในกระบวนการตัดสินความ

2.3 การลดและแบ่งเบาความเสี่ยงในการก่อสร้าง

วิธีการลดความเสี่ยงในการก่อสร้างที่นิยม คือการแบ่งส่วนความเสี่ยงให้กับผู้ร่วมงานกลุ่มอื่นๆ วิธีปฏิบัติพื้นฐานมีดังนี้

1.) การฝึกอบรมและให้ความรู้กับวิศวกรและคนงานเพื่อให้ตื่นตัวในเรื่องความเสี่ยง

2.) การป้องกันทางกายภาพเพื่อลดความเป็นไปได้ในการเกิดความเสียหาย

4.) การป้องกันบุคคลและทรัพย์สิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดและแบ่งเบาความเสี่ยงด้านต่างๆในการก่อสร้างอุโมงค์ที่ได้ปฏิบัติมาแล้วมีดังนี้ (Jacobs J.Donovan)

2.3.1 ระบบสัญญา (The contract system)

คำว่า "สิ่งที่เกี่ยวกับสัญญา" (Contractual) หมายถึง ข้อบังคับที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มที่มีต่อสัญญาและที่ระบุไว้ในห้องเอกสารสัญญาเกี่ยวกับความรับผิดชอบของผู้รับเหมาต่อการก่อสร้างโดยเฉพาะเพื่อผลประโยชน์ของเจ้าของโครงการ ผู้รับเหมาจะได้รับเงินตอบแทนตามที่ได้ระบุไว้

การก่อสร้างไม่ได้กระทำภายใต้ระบบสัญญาทั้งหมด วิธีแบบเดิมคือเจ้าของโครงการเป็นผู้ว่าจ้างคนงานโดยตรงและจัดการซื้อวัสดุเอง ตลอดจนดูแลให้คำปรึกษาดำเนินการด้านการก่อสร้าง ระบบแบบนี้ยังคงใช้อยู่แต่ปัจจุบันไม่นิยมเท่าระบบสัญญา ในการก่อสร้างแบบเดิมจะเกิดความเสี่ยงแบบเดิม สิ่งที่แตกต่างออกไปคือภายใต้ระบบการก่อสร้างแบบเดิมนั้นความเสี่ยงทั้งหมดจะตกอยู่ที่เจ้าของโครงการ เพราะว่าไม่มีผู้รับเหมามาแทรกความเสี่ยงที่เกิดขึ้น

ภายใต้ระบบสัญญาเจ้าของโครงการทำโครงการใหม่ ทำการสำรวจความเป็นไปได้ของโครงการ จัดระบบการเงินของโครงการ จัดหาผู้ช่วยงานด้านวิศวกรรม และร่วมทำข้อแถลงที่เป็นทางการกับผู้รับเหมาของโครงการเพื่อทำการก่อสร้าง การกำหนดการจ่ายเงินให้แก่ผู้รับเหมาเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของเอกสารสัญญา การกำหนดการจ่ายเงินมีหลายวิธี เช่น การจ่ายเงินแบบแน่นอน ความเสี่ยงจะตกอยู่ที่ผู้รับเหมา

สัญญาก่อสร้างจะประกอบด้วยบุคคล 2 กลุ่ม คือเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา เจ้าของโครงการจะเป็นผู้รับความเสี่ยงได้เหมาะสมกว่าผู้รับเหมา โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการดีต่อทุกกลุ่มเมื่อเจ้าของโครงการยอมรับความเสี่ยงในส่วนที่เกิดจากสภาวะขณะที่ผู้รับเหมาจะรับความเสี่ยงที่เกิดจากนวัตกรรมต่าง ๆ, ความปลอดภัยในงาน และความไม่แน่นอนจากการผลิต

บุคคลอื่น ๆ ที่สำคัญในสัญญา คือ วิศวกร ซึ่งอาจจะเป็นวิศวกรที่อยู่ในหน่วยงานหนึ่งของเจ้าของโครงการ(In-house) หรือไม่ขึ้นกับเจ้าของโครงการ คือ เป็นบริษัทหนึ่งหรือเป็นบริษัทร่วมค้าของวิศวกรที่ปรึกษา วิศวกรจะเป็นผู้บริหารของสัญญาและจะมีชื่อกล่าวถึงในเอกสารสัญญาที่เป็นผู้เขียนเอง วิศวกรจะเป็นตัวแทนและเป็นลูกจ้างของเจ้าของโครงการ ความเสี่ยงที่จะได้รับจึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อย ในกรณีของวิศวกรที่ปรึกษาจะมีความเสี่ยงที่เกิดจากหน้าที่รับผิดชอบให้คำปรึกษาในเรื่องที่ต้องใช้ความชำนาญและความละเอียดรอบคอบ

2.3.2 ความเสี่ยงจากการซื้อหรือการขาย (Marketable risks)

ความเสี่ยงเกี่ยวกับสัญญาจะรับไว้โดยผู้เชี่ยวชาญ บริษัทร่วมสัญญาจะต้องเสียค่าธรรมเนียมเพื่อรับรองว่าบริษัทจะทำตามที่ระบุในสัญญาโดยสมบูรณ์ บริษัทประกันภัยจะต้องพร้อมที่จะจ่ายค่าเสียหายที่เกิดจากอุบัติเหตุร้ายแรง ตัวแทนของเจ้าหนี้เงินกู้จะต้องพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับความล้มเหลวด้านการเงินของเจ้าของโครงการ ทางเจ้าของโครงการไม่ยุ่งเกี่ยวกับความเสี่ยงเหล่านี้และจะต้องป้องกันการซื้อขายสินค้าในตลาด

2.3.3 การวางแผนค่าใช้จ่ายไม่แม่นยำ (Inaccurate projection of cost)

เจ้าของโครงการและผู้รับเหมาจะต้องประมาณการค่าใช้จ่ายได้อย่างแม่นยำ เพราะหากฝ่ายใดคาดการณ์ผิดพลาดแล้วจะเป็นอันตรายต่อโครงการ

ความไม่แน่นอนอย่างหนึ่งที่เจ้าของโครงการจะต้องเผชิญตั้งแต่ในขั้นตอนการคิดโครงการ คือ การคาดการณ์ค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง โดยจะต้องทำก่อนที่จะถึงเวลาการทดลองและการสำรวจทางธรณีวิทยา ค่าทดแทนที่คาดว่าจะต้องจ่ายสำหรับการประมาณค่าใช้จ่ายที่ไม่แม่นยำนี้เป็นเรื่องน่าวิตกมาก และยังคงเป็นจุดอ่อนของงานที่สมบูรณ์เพียงบางส่วน แต่ความเสี่ยงข้อนี้ก็อาจจะแก้ได้โดยง่ายถ้าเพียงแต่มีการเพิ่มเติมค่าใช้จ่ายที่อาจจะตกหล่นไปเรียกว่า"ค่าเผื่อ (Contingency)" รวมเข้ากับค่าใช้จ่ายที่ประมาณไว้ วิธีนี้มีความจำเป็นกับเจ้าของโครงการโดยเฉพาะในขั้นตอนของการวางแผนโครงการ ค่าเผื่อสำหรับงานก่อสร้างในชั้นหินจะกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายที่มองเห็น ความเสี่ยงจากการประมาณค่าสูงไปจะน้อยกว่าอันตรายที่เป็นผลมาจากการประมาณค่าต่ำไป

2.3.4 ความล้มเหลวของผู้รับเหมา (Contractor failure)

ผู้รับเหมาอาจเกิดความล้มเหลวด้านการเงินจนเป็นแรงผลักดันให้ละทิ้งหน้าที่รับผิดชอบ ความเสี่ยงนี้ตกอยู่ที่ผู้รับเหมาโดยแท้จริง แต่ก็เป็นอันตรายกับเจ้าของโครงการด้วยถ้าผู้รับเหมาล้มละลาย เจ้าของโครงการอาจเชื่อว่าหนังสือรับประกันการทำงานที่มีอยู่สามารถป้องกันเหตุการณ์นี้ได้ แต่เมื่อผู้รับเหมาไม่ปฏิบัติตามสัญญา เจ้าของโครงการจะได้รับความเสียหาย คือ ความล่าช้าและความยุ่งยาก แม้ว่าจะมีหนังสือรับประกันการทำงานแล้วก็ตาม เจ้าของโครงการจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะวางใจไม่ได้ ดังนั้นถ้าการล้มละลายเกิดจากราคาประมูลต่ำไป (Estimate ไม่ถูกต้อง) ซึ่งควรจะพิจารณาเกณฑ์เกี่ยวกับสัญญาของบริษัทประกอบด้วย

หากเกิดเหตุกาณ์ที่ผู้รับเหมาล้มเหลวเนื่องจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ในชั้นหินไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เมื่อตอนประมูล ผู้รับเหมาจะต้องขอให้เจ้าของโครงการพิจารณาเป็นสภาวะที่เปลี่ยนแปลงในงานก่อสร้าง หากถูกปฏิเสธก็เท่ากับกดดันให้ผู้รับเหมาต้องประสบความล้มเหลว เจ้า-ของโครงการสามารถประกาศว่า "จะไม่รับผิดชอบเพราะปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากการโต้แย้งเกี่ยวกับสัญญา ซึ่งทั้งผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการสามารถที่จะตกลงกันได้" แต่สิ่งที่เจ้าของโครงการต้องเผชิญ คือ ความล่าช้าเป็นปีและค่าใช้จ่ายทางกฎหมายเพื่อเรียกร้องค่าเสียหายจากผู้รับเหมา เหตุการณ์นี้ไม่ค่อยเกิดขึ้นในปัจจุบัน แต่ยังคงเป็นจุดอ่อนของสัญญาที่มีอยู่ ซึ่งทั้งเจ้าของโครงการวิศวกรและผู้รับเหมาต้องระมัดระวังและศึกษาให้ดี

เจ้าของโครงการจะต้องระวังในขั้นตอนประกวดราคา อาจผิดพลาดได้ถ้าเจอผู้รับเหมาที่ไม่เหมาะสม ผู้รับเหมาไม่มีความเหมาะสมอาจเนื่องมาจากขาดประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะผู้บริหารงานอาวุโส การป้องกันที่สุดที่สุด คือ การกำหนดคุณสมบัติพิเศษสำหรับผู้เข้าร่วมประมูล เฉพาะบริษัทที่พิสูจน์ให้เห็นว่ามีความสามารถและมีคุณสมบัติพอที่จะร่วมการประกวดราคา ซึ่งผู้ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว จะต้องทำการมอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญเซ็นสัญญา การที่ผู้รับเหมาสามารถออกหนังสือรับประกันกาทำงานไม่ได้หมายความว่าผู้รับเหมาจะรู้วิธีการขุดอุโมงค์ที่แท้จริง ข้อเรียกร้องให้ผู้ร่วมประมูลเปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถของตนจากการทำรายชื่อของบุคคลที่เป็นที่ปรึกษาจะส่งเสริมให้เกิดความมั่นคงกว่า ซึ่งความแข็งแกร่งจะอยู่ที่ความชำนาญในการก่อสร้างมากกว่าทางด้านการเงิน

2.3.5 ความไม่แน่นอนของสภาวะทางกายภาพ (Uncertainty of physical condition)

ความเสี่ยงสำคัญที่งานก่อสร้างในชั้นหินต้องเผชิญ คือ การขาดความรู้ที่สมบูรณ์แบบเกี่ยวกับสภาพธรณีวิทยา หัวข้อการอภิปรายในงาน "Tunnel Symposium' 98" คือ งานอุโมงค์ภายใต้สภาวะที่แตกต่างกัน (Difference condition) จากประสบการณ์ของผู้เขียน งานก่อสร้างอุโมงค์เป็นกิจกรรมที่เต็มไปด้วยความยากลำบาก แต่ความยากลำบากเหล่านี้ก็เหมือนกับจะทำความรำคาญใจให้เพียงเล็กน้อย ถ้าทราบว่าอะไรจะเกิด เข้าใจสิ่งที่จะเกิด สามารถหาวิธีแก้ไขที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการ และเครื่องมือที่เหมาะสม แม้จะมีความเข้าใจและวิธีดำเนินการที่ถูกต้องแล้ว แต่งานก่อสร้างที่ยากลำบากนั้นก็จะกลายเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นและใช้เวลานานกว่าจะเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาความไม่แน่นอนของสภาพทางธรณีวิทยา มีสิ่งที่ซ่อนเร้นอยู่เหนือกว่าที่เจ้าของโครงการและผู้รับเหมาจะคาดถึงได้ เจ้าของโครงการบางราย และวิศวกรบางคนเห็นผู้รับเหมาเป็นผู้เสี่ยงโชคที่ร่ำรวยมากกว่าจะเป็นนักก่อสร้างที่มีความสามารถอาจจะไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ ผู้รับเหมาที่มีความสามารถและฉลาด เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ไม่ได้ระบุไว้ในสัญญา พวกเขาไม่มีทางเลือกอื่นใดนอกจากจะบวกสิ่งเหล่านั้นเข้าไปในราคาประมูลเพื่อเป็นการป้องกันตนเอง

ถ้าความเสี่ยงมีผลกระทบโดยตรงและในทางตรงกันข้ามต่อค่าใช้จ่าย เจ้าของโครงการก็ควรจะทำการสำรวจทางธรณีวิทยาให้สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้ ก่อนที่จะถึงเวลายื่นประมูล รายงานการสำรวจจะรวบรวมและประเมินค่าสภาวะต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ร่วมประมูลและอาจเป็นคำแนะนำที่ต้องใช้ระหว่างการเตรียมประมูล รายงานควรจะบ่งบอกถึงสภาพทางธรณีวิทยาอย่างชัดเจน เพื่อให้เจ้าของโครงการและวิศวกรใช้อ้างอิงถึงสภาวะที่เป็นอยู่ และเพื่อให้เป็นคำแนะนำแก่ผู้รับเหมาให้คำนวณราคาประมูลให้สอดคล้องกันไป ถ้าในระหว่างการก่อสร้างต้องเผชิญสภาวะที่แตกต่างและไม่ได้คาดการณ์ไว้ ทำให้ค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมาเพิ่มขึ้น เขาก็มีสิทธิ์ที่จะนำรายงานที่ใช้อ้างอิงนั้นมาปรับปรุงใหม่

กระบวนการข้างต้นนี้ จะไม่ลดผลกำไรจากการประมูลแบบราคาคงตัว ถ้ามีการจัดการที่มีประสิทธิภาพดังเช่นการจัดตั้งกรรมการกลาง (A three-man Contract Review Board) ที่มีหน้าที่ดูแลงานก่อสร้างค้นหาว่ามีการปรับเปลี่ยนราคาตามสัญญา กรรมการชุดนี้ประกอบด้วยตัวแทนจากผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการฝ่ายละคนและตัวแทนจากทั้ง 2 ฝ่าย ช่วยกันเลือกอีก 1 คน ทำงานภายใต้กฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาอย่างระมัดระวัง ซึ่งบางครั้งจะต้องใช้เวลาเป็นเดือน

2.3.6 สภาพไม่คล่องของสัญญา (Unwiedly contracts)

จากอดีตจนถึงปัจจุบันขนาดของสัญญาก่อสร้างเฉลี่ยแล้วเพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากผลของการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามผลข้างเคียงจากการขยายตัวนี้ ทำให้โครงการที่ใหญ่โตดูเหมือนจะเกินความต้องการและเกินกว่าทรัพยากรบุคคลและวัสดุ เรารู้ในภายหลังว่างานนั้นใหญ่เกินไปจากการที่มันเป็นภาระ ให้กับองค์กรที่จะต้องใช้ความสามารถที่มีอยู่จัดการกับงานเล็กๆ น้อย ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเป็นเช่นนี้ผู้รับเหมาที่สนใจการประมูลโครงการใหญ่ๆจะได้รับความกดดันให้ต้องรวมตัวกัน เพื่อแบ่งเบาความเสี่ยงเหล่านั้น เพื่อให้สามารถทำตามสัญญาและมีสภาวะทางการเงินที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการร่วมเสี่ยง (Joint Venture) ระหว่างผู้รับเหมาแพร่หลายมากว่าครึ่งศตวรรษและได้ปรับเปลี่ยนไปเพื่อให้ธุรกิจการก่อสร้างมีการทำสัญญาที่เสี่ยงน้อยลงไปกว่าการร่วมมือกันส่วนตัว การร่วมเสี่ยงเป็นรูปแบบที่ผู้รับเหมาจะมีหุ้นส่วน(Partner)เพื่อมาตรวจการประมาณราคาก่อนจะประมูลและแบ่งภาระทางการเงินร่วมกันเมื่อชนะการประมูลแล้วทั้งสองจะเป็นตัวผลักดันความเสี่ยง สัญญาที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีความเสี่ยงน้อยกว่า ดึงดูดให้มาร่วมกันประกวดราคา และมักจะทำสำเร็จได้โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า เจ้าของโครงการที่จะวางขนาดของสัญญาจะต้องศึกษาความเป็นไปได้ของการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆ และการจัดการหลายรูปแบบกว่าเพื่อปรับปรุงความเสี่ยงที่ซ่อนอยู่ในสัญญาเนื่องจากขนาดของสัญญา

2.3.7 ความไม่สมบูรณ์ของวิศวกร (Inadequate engineering)

วิศวกรอาจจะเป็นฝ่ายหนึ่งในองค์กรของเจ้าของโครงการ (In-house) หรือเป็นบริษัทอิสระที่เจ้าของโครงการว่าจ้างมาเพื่อทำงานด้านเทคนิคหรือด้านบริหารช่วยเหลือในการสร้างสรรค์โครงการ ความไม่สมบูรณ์ของการปฏิบัติหน้าที่วิศวกรสามารถทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอันตรายได้ โชคไม่ดีที่ความสมบูรณ์นี้ มักจะไม่ปรากฏจนกว่าจะเกิดความเสียหายขึ้น ข้อบกพร่องของวิศวกรแบบ In-house สามารถควบคุมได้ง่ายและแก้ไขได้ง่ายกว่าข้อบกพร่องของวิศวกรจากภายนอกองค์การ

การเลือกวิศวกรมีความเสี่ยงมากกว่าการเลือกผู้รับเหมา เจ้าของโครงการและผู้รับเหมาต้องค้นหาความสามารถส่วนตัวและความสำเร็จในอดีตของบุคคลที่จะมาเป็นกุญแจสำคัญในการทำงาน ผู้รับเหมาที่ได้รับความเสียหายในอดีตจากฝีมือของวิศวกร เมื่อมีการประมูลงานใหม่ที่ออกแบบโดยวิศวกรเดิม ก็จะต้องคิด "ค่าเผื่อของวิศวกร" ผู้รับเหมาบางรายอาจจะไม่ร่วมประมูลด้วย ถ้าต้องร่มงานกับวิศวกรที่เคยทำให้เกิดความเสียหาย
มาก่อน

วิศวกรจะได้รับความเสียหายจากความเสี่ยงน้อยกว่าบุคคลอื่น ๆ ในโครงการ อาจกล่าวได้ว่าความเสียหายใหญ่ที่สุดของวิศวกรคือ การเสียชื่อเสียง อาจมีเพียงเล็กน้อยที่วิศวกรจะเสียหายทางด้านการเงินจากการทำงานค่าธรรมเนียมของวิศวกร ที่บางครั้งขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างรวมของโครงการ เป็นหน้าที่ของวิศวกรที่จะหาทางประหยัดค่าใช้จ่ายให้เจ้าของโครงการและเขาจะได้รับรางวัลตอบแทน จากข้อความส่วนบน แผนการประมาณการจ่ายเงินตอบแทนแบบ Target กับวิศวกร เหมือนกับการประมาณแบบ Target ของสัญญาก่อสร้าง อาจจะเป็นแผนที่สามารถขจัดปัญหาเหล่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 Innovation

ความเสี่ยงของผู้รับเหมาจะแฝงอยู่ในทุกๆส่วน ดังนั้นทางผู้รับเหมานำขั้นตอนการก่อสร้างและเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทันสมัยเข้ามาใช้ ซึ่งจะส่งผลต่อผลกำไรของโครงการที่ผู้รับเหมาจะได้รับ

เจ้าของโครงการและที่ปรึกษา (Consultant) ควรจะให้ความสนใจกับคุณสมบัติเฉพาะตัวของผู้รับเหมาในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น เพื่อการพิจารณาจ่ายเงินพิเศษให้ในกรณีที่ผู้รับเหมารักษาผลประโยชน์ของเจ้าของโครงการในการแก้ปัญหานั้นๆ สำหรับปัญหาที่ผู้รับเหมาแก้ไม่ได้หรือได้รับผลเสียหาย เจ้าของโครงการก็อาจพิจารณาจ่ายเงินชดเชยช่วยเหลือบ้างเพราะถือว่าผู้รับเหมาได้พยายามอย่างเต็มที่แล้ว

2.3.9 คุณภาพงาน (Productivity)

ความเสี่ยงที่จะเกิดกับผู้รับเหมาในด้านนี้มักมีสาเหตุมาจาก"บุคลากร"ที่ทำงานกล่าวคือ ความสามารถของคนเรามีไม่เท่าเทียมกัน สาเหตุมาจากความตั้งใจ ลักษณะเฉพาะตัว และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน

ในกรณีที่มีการประมูลงานได้ในที่ต่างถิ่น ควรศึกษาลักษณะแรงงานในท้องถิ่นนั้นด้วย เพื่อหาแนวทางป้องกันก่อนการทำสัญญาว่าจ้าง ซึ่งอาจรวมไปถึงการก่อสร้างลักษณะพิเศษด้วย

2.3.9 ความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Uncontrollable delays)

ความล่าช้าของการก่อสร้างจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา ซึ่งมีสาเหตุมาจากสภาพทางกายภาพและสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ไฟไหม้ น้ำท่วม แผ่นดินไหว การนัดหยุดงาน และการเกิดจลาจล ปัญหาเหล่านี้จะกลายเป็นค่าใช้จ่ายด้านการประกันภัย รวมทั้งค่าดำเนินการที่เพิ่มขึ้น

การแก้ปัญหาในด้านนี้ คือ การยอมรับความเสี่ยงร่วมกันทั้งฝ่ายผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการ

2.3.11 แนวโน้มเศรษฐกิจ (Economic trends)

สภาพ "Inflation" จะส่งผลกระทบต่อราคาวัสดุอุปกรณ์และค่าแรง รวมทั้งความล่าช้าของการก่อสร้าง สภาพ "Deflation" เป็นสภาวะที่เศรษฐกิจมีความมั่นคง ทำให้การคำนวณค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆที่จะเพิ่มขึ้น (Escalation Cost) ได้ค่อนข้างแน่นอนและถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการก่อสร้างที่มีระยะสัญญาสั้นประมาณ 1 ปี จะไม่มีการคิด "Escalation Cost" แต่ถ้าการก่อสร้างมีอายุสัญญามากกว่า 2 ปี ผู้รับเหมาจะคิดค่าใช้จ่ายส่วนนี้เพิ่มเข้าไปในราคาประมูล เพราะถือว่าผู้รับเหมาเป็นฝ่ายได้รับความเสี่ยงนี้โดยตรง และส่วนใหญ่การก่อสร้างในชั้นหินจะใช้เวลาค่อนข้างยาวนาน ฉะนั้นเจ้าของโครงการควรจะพิจารณาถึงที่มาของราคาที่เพิ่มขึ้นส่วนนี้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ หรืออาจกล่าวได้ว่าราคาที่เพิ่มขึ้นนี้ผู้รับเหมาจะได้รับไปประมาณ 20-30% เจ้าของ-โครงการได้รับไปประมาณ 70-80%

2.3.12 ความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ (Risk of bodily injury)

ผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา และที่ปรึกษาย่อมมีส่วนเกี่ยวข้องและต้องรับผิดชอบร่วมกันในค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนี้ สัญญาก่อสร้างควรจะคำนึงถึง "ความปลอดภัย" ในการก่อสร้างตลอดระยะเวลาของสัญญาและปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

2.3.13 บทบาทของผู้รับเหมา (Contractor's role)

ฝ่ายเจ้าของโครงการและที่ปรึกษากับฝ่ายผู้รับเหมาจะพยายามถ่ายโอนความเสี่ยงออกจากฝ่ายตน โดยผู้รับเหมาจะคิดค่าเผื่อไว้ในส่วนของกำไรและในค่าใช้จ่ายการก่อสร้างลักษณะพิเศษ ถ้าผู้รับเหมาคาดการณ์ได้ถูกต้องก็จะไม่เกิดผลกระทบต่อการก่อสร้าง แต่ถ้าคาดการณ์ผิดพลาดไปก็อาจทำให้ผู้รับเหมารับผิดชอบไม่ไหวจนเป็นสาเหตุให้ทิ้งงาน ทำให้เจ้าของโครงการต้องรับผิดชอบต่อไป

ผู้รับเหมาจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในส่วนของงานที่มองไม่เห็น (Unforeseen) แต่ในสภาวะการแข่งขันสูงทำให้ราคาประมูลต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นผู้รับเหมาควรจะมีความชำนาญหลายๆด้านในโครงการนั้นๆ บางครั้งแม้ผู้รับเหมาจะปฏิบัติตามสัญญาที่ทำไว้กับเจ้าของโครงการได้ดี ก็ไม่ได้แปลว่าไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้น เจ้าของโครงการควรจะช่วยผู้รับเหมาแบ่งเบาความเสี่ยงที่แฝงอยู่ด้วย

2.3.14 ปัจจัยด้านบุคลากร (Human factor)

ปัญหาในส่วนนี้ คือ การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรกล ควรจะเป็นไปตามความเหมาะสม กล่าวคือ บุคลากรควรมีความละเอียดรอบคอบในทุกๆขั้นตอนการทำงาน แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้เนื่องจากขาดความกระตือรือร้น ความเอาใจใส่ และเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์กับผลที่จะตามมาภายหลัง ดังนั้นในการทำงานควรนำคอมพิวเตอร์มาช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาในส่วนนี้ คือ การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรกล ควรจะเป็นไปตามความเหมาะสม กล่าวคือ บุคลากรควรมีความละเอียดรอบคอบในทุกๆขั้นตอนการทำงาน แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้เนื่องจากขาดความกระตือรือร้น ความเอาใจใส่ และเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์กับผลที่จะตามมาภายหลัง ดังนั้นในการทำงานควรนำคอมพิวเตอร์มาช่วยงานต่างๆ เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากบุคลากร ซึ่งจะทำให้การทำงานดำเนินไปอย่างมีมาตรฐานเท่าเทียมกันตลอดระยะเวลาการทำงาน

ตารางที่2.1 สรุปการลดและการแบ่งเบาความเสี่ยง (Jones, 1985)

ประเภทของความเสี่ยง	ผู้รับความเสี่ยง	การลดความเสี่ยง
ความเสี่ยงเกี่ยวกับการซื้อและการขาย -หลักการประกันการทำงาน -การประกัน -ความเสี่ยงของผู้ให้กู้	ผู้เชี่ยวชาญด้านความเสี่ยง	- การกำหนดค่าธรรมเนียมไว้ล่วงหน้าโดยเจ้าของโครงการหรือผู้รับเหมาที่เปลี่ยนความเสี่ยงไปเป็นค่าใช้จ่ายโดยตรง
การแสดงค่าใช้จ่ายไม่แน่นอน	เจ้าของโครงการ	-การประเมินค่าใช้จ่ายอย่างเพียงพอ - การยอมให้คิดค่าเผื่อ
ความล้มเหลวของผู้รับเหมา	ผู้รับเหมา	-ความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค - สัญญามีพันธะที่แข็งแกร่ง
		-การคัดเลือกคุณสมบัติของผู้รับเหมา
ความไม่แน่นอนของสภาวะทางกายภาพ	เจ้าของโครงการ	-การสำรวจอย่างละเอียดก่อนการประมูล
		-ความเที่ยงธรรมในการจ่ายเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่2.1 สรุปการลดและการแบ่งเบาความเสี่ยง (ต่อ)

ความไม่แน่นอนของสภาวะทางกายภาพ	เจ้าของโครงการ	-การสำรวจอย่างละเอียดก่อนการประมูล -ความเที่ยงธรรมในการจ่ายเงิน -คณะกรรมการกลางพิจารณาสัญญา
สภาพไม่คล่องของสัญญา	เจ้าของโครงการ	-ควบคุมขนาดของสัญญาก่อสร้าง
		ให้อยู่ในระดับที่จัดการได้
	ผู้รับเหมา	- การร่วมเสี่ยง
ความไม่สมบูรณ์ของวิศวกร	เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา	- ระมัดระวังในการเลือกวิศวกร - ใช้วิศวกรที่ปรึกษาอิสระ - ป้องกันการเผื่อในการประมูล - ปฏิเสธการเข้าร่วมประมูล
การเปลี่ยนแปลง	ผู้รับเหมา	-คุณสมบัติส่วนตัวของผู้รับเหมาในการแก้ไขปัญหา(ประสบการณ์)
คุณภาพงาน	ผู้รับเหมา	- ศึกษาลักษณะแรงงาน
แนวโน้มเศรษฐกิจ	เจ้าของโครงการ (70-80%) ผู้รับเหมา (20-30%)	- มีการคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มไว้ล่วงหน้า
ความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้	เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา	-การร่วมมือแก้ไขปัญหาระหว่างเจ้าของโครงการและผู้รับเหมา
Site investigation	เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา	- รับผิดชอบร่วมกัน

2.4 โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับเป็นโรงผลิตไฟฟ้าที่คุ้มค่าต่อการลงทุนและเป็นประโยชน์มากทั้งในแง่การใช้น้ำอย่างคุ้มค่าหรือในด้านความประหยัด เนื่องจากไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33951

ในส่วนของเชื้อเพลิงเหมือนกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนหรือแบบอื่นๆ จึงได้มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้าชนิดนี้ขึ้นมากมายในหลายประเทศทั่วโลก เช่น Vianden (ลักเซมเบอร์ก) Taum Sauk(สหรัฐอเมริกา) Ffestiniog(สหราชอาณาจักร) สถานีน้ำตกNiagara(แคนาดา) Roncoval – grande(อิตาลี) Cruachan(สหราชอาณาจักร) Reisach(เยอรมัน) และอีกหลายประเทศในแถบยุโรป

ข้อดีของโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ

1.)มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถให้เกิดการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.)มีความเชื่อถือได้ของการปฏิบัติงานค่าใช้จ่ายต่ำและค่าบำรุงรักษาน้อย มีการปฏิบัติงานที่ยืดหยุ่นมาก เครื่องยนต์สามารถทำการผลิตได้เต็มที่จากจุดหยุดนิ่งภายใน 2-3 นาที และสามารถปิดเครื่องได้อย่างรวดเร็วสามารถเปลี่ยนระบบการทำงานได้รวดเร็วมากลักษณะสำคัญเหล่านี้ได้ช่วยเหลือระบบอย่างมีประสิทธิภาพในการเผชิญช่วงเวลาที่ต้องการไฟฟ้าสูงสุดหรือเกิดการกระตุกอย่าง ฉับพลันการปฏิบัติงานในระบบที่แตกต่างกันของโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับสามารถควบคุมได้อย่าง ง่ายดายโดยรีโมตคอนโทรล ผลจากจุดนี้ทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนเป็นอย่างมาก (จักรกฤษณ์ กาลจักร และ ธำรงค์ พันธุ์สุระ)

สาเหตุของการริเริ่มโครงการฯ

จากภาวะการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว "การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย" (กฟผ.) จึงได้มีการวางแผนและพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้ารองรับไว้ล่วงหน้าตลอดเวลา โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับเป็นโครงการหนึ่งที่อยู่ในแผนการพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับเต็มรูปแบบ (สูบกลับเพื่อการผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว) แห่งแรกของประเทศไทย

โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับเป็นโครงการสำคัญโครงการหนึ่งที่บรรจุอยู่ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 7 (2535-2539) ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นโครงการฯ สามารถเสริมกำลังผลิตในระบบไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟสูง (Peak Load) ได้อย่างรวดเร็วและทำให้ระบบไฟฟ้าของประเทศมีความมั่นคงขึ้น

คณะรัฐมนตรีมีมติอนุมัติให้ดำเนินการก่อสร้างโครงการฯ เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2537 ฝ่ายก่อสร้างพลังน้ำได้เข้ามาเริ่มงานตั้งแต่เดือน มีนาคม 2537 เป็นต้นมาเริ่มจากการเตรียมการก่อสร้าง ตลอดจนดำเนินการในเรื่องงานก่อสร้างอุโมงค์เข้าโรงไฟฟ้า เตรียมการไว้สำหรับงานก่อสร้างโยธา ต่อมาได้ลงนามในสัญญางานก่อสร้างโยธา จากนั้นผู้รับเหมาได้เข้ามาเริ่มงาน โดยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการขุดถมอ่างเก็บน้ำอ่างบน และงานขุดเจาะอุโมงค์ต่างๆเป็นต้นพร้อมกันนี้ โครงการฯ ได้ดำเนินงานแก้ไขและพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย งานก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ มีกำหนดแล้วเสร็จตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของกฟผ.ในปี 2546 โดยมีกำลังการผลิตทั้งหมด 1,000 เมกะวัตต์ (4X250) เป็นโครงการฯ ที่อำนวยประโยชน์ให้จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดต่างๆในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะนอกจากจะเพิ่มความมั่นคงของระบบการผลิตและจ่ายไฟฟ้า แล้วยังเป็นการใช้แหล่งน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

หลักการดำเนินงานของโครงการฯ คือ ในช่วงที่เวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำคือ หลังเที่ยงคืนจะมีไฟฟ้าเหลือในระบบ ก็จะสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำตะคอง ของกรมชลประทาน ผ่านอุโมงค์ขึ้นไปเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำตอนบนและในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก เช่น ช่วงเวลา 18:00-21:00 น.จะปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำตอนบนผ่านโรงไฟฟ้าในชั้นหินที่อยู่ลึกเข้าไปในภูเขาโดยอยู่ต่ำกว่าพื้นถนนมิตรภาพประมาณ 120 เมตร เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วปริมาณน้ำจำนวนนี้จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำตะคองตามเดิมจะเห็นว่าปริมาณน้ำไม่ได้สูญหายไปไหนแต่เป็นการนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.4.1 การดำเนินงานก่อสร้างและสัญญาของโครงการฯ

แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะแรก จะดำเนินการก่อสร้างตามสัญญาต่างๆทั้งหมด 8 สัญญา และติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่อง

ระยะที่สอง จะดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่องที่เหลือ

งานก่อสร้างมีการก่อสร้างต่างๆดังนี้

1.) งานเตรียมการก่อสร้างโครงการ

2.) งานก่อสร้างโยธา สัญญา LTK-C1

3.) งานจัดซื้ออุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า สัญญา LTK-C2

4.) งานจัดซื้อและติดตั้งอุปกรณ์ไฮโดรลิค สัญญา LTK-C3

5.) งานจัดซื้อและติดตั้งหม้อแบลงไฟฟ้า สัญญา LTK-T4

6.) งานก่อสร้างลานไกไฟฟ้า สัญญา LTK-T5

7.) งานก่อสร้างระบบสื่อสาร สัญญา LTK-T6

8.) งานก่อสร้างระบบควบคุม สัญญา LTK-T7

9.) งานก่อสร้างสายส่งไฟฟ้า สัญญา LTK-T8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วิศวกรที่ปรึกษา

ดำเนินงานโดย Electric Power Development Co., Ltd. (EPDC) ประเทศญี่ปุ่นโดยงานของวิศวกรที่ปรึกษา คือควบคุมการดำเนินการก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการควบคุมดูแลตรวจสอบประสานงานสั่งการและอนุมัติงานของผู้รับเหมางานสัญญา LTK-C1 ถึง LTK-T7 ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในแต่ละสัญญาและแล้วเสร็จตามแผนงานที่กำหนดไว้

2.4.3 งานก่อสร้างโยธา สัญญา LTK-C1

ฝ่ายก่อสร้างพลังน้ำ ได้เข้ามาเตรียมงานตั้งแต่ปี2537และจ้างบริษัทฮาซามาคอร์ปเรชั่นจำกัดขุดเจาะอุโมงค์โรงไฟฟ้าช่วงแรกเป็นระยะทาง 1,060 เมตร เพื่อตรวจสอบสภาพธรณีวิทยาเพิ่มเติมและประหยัดเวลาให้กับงานโยธางานก่อสร้างโยธาตามสัญญา LTK-C1 ซึ่งอยู่ในการดำเนินงานก่อสร้างโครงการฯ ระยะแรกดำเนินการโดยกิจการร่วมค้า Joint Venture of Vianini Lavori S.P.A., Dragados Y Construcciones S.A. and Nawarat Patanakarn (Public) Co., Ltd.ประเทศอิตาลี สเปน และ ไทย เริ่มเข้ามาดำเนินการก่อสร้าง เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2538 ประกอบด้วย

1.) อ่างพักน้ำตอนบน และ อุโมงค์ระบายน้ำ (UPPER POND AND DRAINAGE TUNNEL)
2.) โรงไฟฟ้าในชั้นหิน (UNDERGROUND POWERHOUSE)
3.) อุโมงค์รับน้ำเข้าโรงไฟฟ้า (PENSTOCK)
4.) อุโมงค์ระบายท้ายน้ำ (TAILRACE TUNNEL)
5.) ลานไกไฟฟ้า (SWITCHYARD)
6.) ปากทางออกของน้ำ (OUTLET)

กำหนดแล้วเสร็จงานตามสัญญา LTK-C1 วันที่ 11 พฤศจิกายน 2542

2.4.4 อุโมงค์หลักของโครงการฯ มีดังนี้

-PENSTOCK เชื่อมระหว่างอ่างเก็บน้ำบนภูเขาและโรงไฟฟ้าในชั้นหินเป็นอุโมงค์คอนกรีตดาดผิวเหล็ก จำนวน 2 ท่อ ความยาวท่อละ 650 เมตร

-TAILRACE TUNNEL เชื่อมระหว่างโรงไฟฟ้าในชั้นหินและอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะคองจำนวน 2 ท่อความยาวท่อละ 1,427 เมตร

-POWER CABLE TUNNEL เชื่อมระหว่างโรงไฟฟ้าในชั้นหินและลานไกไฟฟ้า จำนวน 1 ท่อ ความยาว 562 เมตร

2.4.5 มูลค่าของโครงการ

มูลค่าทั้งหมดของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับเมื่อโครงการทั้งหมดเสร็จสมบูณ์กล่างคือได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 250 MW ครบทั้ง 4 ยูนิตมีกำลังการผลิตรวมทั้งหมด 1,000 MW จะมีค่าประมาณ 21,700 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นราคาของโครงการในระยะแรก 15,340 ล้านบาทและส่วนที่เหลือเป็นราคาในระยะที่สองแต่จากสภาพเศรษฐกิจปัจจุบันทำให้แผนการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ 3 และ 4 ถูกเลื่อนออกไปอย่างไม่มีกำหนด ส่วนในการก่อสร้างโครงการในระยะแรกจะดำเนินต่อไปจนเสร็จ

สำหรับเงินลงทุนในระยะแรกมูลค่า 15,340 ล้านบาท นั้นแบ่งได้เป็นเงินกู้จากต่างประเทศ 7,030 ล้านบาท ซึ่งกู้มาจากแหล่งต่างๆดังนี้

- IBRD	2,395.70	ล้านบาท
- OECF	2,801.71	ล้านบาท
- แหล่งอื่นๆ	1,832.59	ล้านบาท
รวม	7,030.00	ล้านบาท

และแหล่งเงินทุนในประเทศ 8,310 ล้านบาท ซึ่งมาจากรายได้ของ กฟผ. และเงินกู้ภายในประเทศรวมกัน

2.4.6 ปัญหาของงานอุโมงค์ในชั้นหิน

ประเภทหลักของความเสียหายของอุโมงค์ มี 2 ประเภทหลัก คือ

1.) ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างก่อสร้าง

2.) ความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังจากที่อุโมงค์อยู่ในการถูกใช้บริการ

ชนิดของปัญหาจำนวนมากเกิดขึ้นระหว่างก่อสร้าง ความสำเร็จของการขุด และความมั่นคง คือ การประสานงานโดยตรงกับมาตรการที่มีประสิทธิภาพของที่รองรับขั้นต้น จนกระทั่งการติดตั้งของ ที่รองรับถาวร

ความเสียหายและอันตรายจะไม่สามารถคาดการณ์ได้ก่อนล่วงหน้า โดยจากข้อมูลที่ไม่เพียงพอของสภาพชั้นหินที่มีการขุดเจาะอุโมงค์สิ่งนี้จะนำไปสู่ความจำเป็นของข้อมูลจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Site investigation ความไม่แน่นอนของสภาพชั้นหินทำให้ควรพิจารณาอย่างระมัดระวังระหว่างการขุดเจาะ โดยเฉพาะการเอาใจใส่ในความปลอดภัยทั้งระหว่างก่อสร้าง และหลังการก่อสร้างในระยะยาว ความปลอดภัยในอุโมงค์ควรได้รับความสำคัญอย่างมาก รวมถึง รายละเอียดของการออกแบบ การวางแผนก่อสร้าง และการดำเนินงานในโครงการ

การออกแบบและการก่อสร้างอุโมงค์เป็นไปได้ที่จะมีผลความไม่แน่นอนมากกว่าการก่อสร้างที่อยู่บนผิวโลก โครงการอุโมงค์ในชั้นหินเป็นโครงการที่มีขอบเขตของความเสียหายและอันตรายที่กว้างขวาง ความเสียหายของอุโมงค์ ถูกอ้างถึงได้จากการขาดข้อมูลที่เพียงพอ และขาดการคาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นมาภายหลังจากผลกระทบกับอุโมงค์

เนื่องจากงานอุโมงค์ในชั้นหินของโครงการฯ มีปัญหาเกิดขึ้นมาก เช่น

1.) มีระบบการก่อสร้างที่ซับซ้อน
2.) มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง
3.) คุณภาพของหินไม่ดีเท่าที่ควร
4.) ผู้รับเหมาขาดประสิทธิภาพที่ดี

ฯลฯ

เป็นผลให้เกิดความเสียหายขึ้นกับโครงการฯ เช่น ทำให้ระยะเวลาการดำเนินงานก่อสร้างล่าช้ากว่ากำหนด และทำให้ค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณที่ตั้งไว้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งทางเจ้าของและผู้รับเหมาเป็นอย่างมาก อาจทำให้โครงการชะงักหรือหยุดลงอันเนื่องมาจากปัญหาเหล่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ

3.1 บทนำ

เนื่องจากงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน เป็นงานที่มีระบบการทำงานสลับซับซ้อนสูง มีการดำเนินงานติดต่อกับบุคลากรหลายฝ่าย ต้องใช้วิทยาการชั้นสูง มีความไม่แน่นอนของสภาพธรณีสูง ทำให้เกิดปัญหาระหว่างการดำเนินงานก่อสร้างเป็นอย่างมาก เป็นผลทำให้เวลาการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายของโครงการมีการปรับตัวสูงขึ้น อันเนื่องมาจากการชดเชยความสูญเสียที่เกิดจากปัญหาต่างๆ

ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ จังหวัดนครราชสีมา ได้เริ่มจากการพิจารณาความล่าช้าของการดำเนินงานจากแผนงานของโครงการฯ พร้อมพิจารณาการเรียก ร้องความเสียหายในช่วงเวลาที่มีความล่าช้าของแผนงานควบคู่กันไป จากเอกสารการเรียงร้องความเสียหาย (Claims Documents) ที่ทางฝ่ายผู้รับเหมาเรียกร้องมายังฝ่ายเจ้าของงาน ประกอบกับการสัมภาษณ์และการประเมินความเสี่ยงจากแบบสอบถาม ซึ่งได้ทำการสำรวจบุคลากรระดับวิศวกรขึ้นไป

จากการทำการวิเคราะห์ทำให้สามารถทราบถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อเวลาการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายของโครงการ ฯ ที่เพิ่มมากขึ้น

3.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยง

ได้มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงและปัญหาของโครงการ ฯ จากการประเมินจากแผนงาน , เอกสารของโครงการ ฯ และ จากการประเมินจากแบบสอบถาม

3.2.1 การประเมินความเสี่ยงจากแผนงานและเอกสารของโครงการ ฯ

3.2.1.1 <u>การดำเนินงานด้าน Site investigation</u>

จากแนวทางขั้นตอนการทำงานด้าน Site investigation ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะทำให้เห็นภาพรวมของการที่จะเริ่มการก่อสร้างโดยเบื้องต้นนั้นจะมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไรบ้าง และจากกรณีศึกษาของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ โดยเฉพาะส่วนของการก่อสร้างอุโมงค์ จึงพอจะทำให้สรุปแนวทางของการดำเนินงานในด้านนี้ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เจ้าของโครงการ(ก.ฟ.ผ.)ได้มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

- ทำการศึกษาเบื้องต้น ถึงความเป็นไปได้ที่จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสูบกลับโดยใช้อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำตะคอง ของกรมชลประทาน
-มีการมอบหมายให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นศึกษาและสำรวจรายละเอียดวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณากำหนดมาตรการและแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นได้ในการดำเนินการก่อสร้างอุโมงค์
- การดำเนินการขอใช้พื้นที่จากทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมป่าไม้
-การจัดการสัมมนาทางวิชาการ โดยจัดร่วมกันระหว่างก.ฟ.ผ. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม และจังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการพิจารณาโครงการฯและฟังความคิดเห็นของสาธารณชน

2. การสำรวจเบื้องต้น

เจ้าของโครงการ (ก.ฟ.ผ.)ได้มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

- ก.ฟ.ผ. เสนอขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากรัฐบาลญี่ปุ่น
- ก.ฟ.ผ.และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น(JICA)ได้ร่วมลงนามในสัญญาศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

ซึ่งจากขั้นตอนนี้จะทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะของ

1) Rock profile
2) แนวเส้นทางที่มีความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง เพื่อนำเสนอพิจารณาคัดเลือก

3. การประเมินผลข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือบริษัทที่ปรึกษา

ซึ่งจะประกอบไปด้วยบุคลากรดังต่อไปนี้

- คณะรัฐมนตรี
- บุคลากรที่มีความชำนาญในด้านต่างๆของ ก.ฟ.ผ.
- องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICA)
- สำนักงานนโยบายและสิ่งแวดล้อม (ส.ผ.)
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ส.ศ.ช.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระทรวงการคลัง

- คณาจารย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

4. การสำรวจเพื่อการออกแบบ

ในส่วนนี้ทางก.ฟ.ผ.จะดำเนินการร่วมกับบริษัท ELECTRIC POWER DEVELOPMENT จำกัด (EPDC) ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

-Rock characteristics

*Strengths

*Hardness

*Degree of weathering

-ส่วนด้าน Special test มีการดำเนินงานดังนี้

*จะมีการจัดจ้าง บริษัท เนชั่นแนลบลาสเตอร์ จำกัดเจาะสำรวจในส่วนของการก่อสร้างโรงไฟฟ้าในชั้นหิน

*มีการทำ Pressure meter

เป็นต้น

- โครงการมีการดำเนินการด้าน Site investigation ประมาณ 2-3 % (EGAT, 1998)ของมูลค่าโครงการ

ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าโครงการมีหลักพิจารณาในค่าใช้จ่ายด้าน Site investigation ดังนี้

1)ปริมาณการดำเนินการด้าน Site investigation จัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์พอประมาณ

2)การถ่ายโอนความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในการก่อสร้างไปยังส่วนผู้รับเหมา

3)แนวความคิดว่าความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นผู้รับเหมาควรจะทำการศึกษาและจัดการเอง

4)สิทธิ์ที่จะเลือกผู้รับเหมาที่เสนอราคาค่าก่อสร้างที่ต่ำได้ทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้ตั้งแต่ขั้นตอนการประมูลราคาเลยทำให้เกิดการแข่งขันสูง ส่งผลให้ได้ราคาที่ต่ำ

5)มีสัญญาที่จะคอยควบคุมให้ผู้รับเหมาปฏิบัติตามและอ้างอิงในกรณีเกิดปัญหาขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากแบบสอบถาม และผลของการทำ Factor analysis ว่าในปัญหาด้านที่เกี่ยวกับ Site investigation จะไม่ส่งผลกระทบมากนักต่อโครงการในมุมมองของเจ้าของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การปฏิบัติงานด้านสัญญาของโครงการฯ

งานต่างๆของโครงการฯแบ่งเป็น Work package ย่อยๆ โดยงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินจะเป็นส่วนหนึ่งของงานในสัญญา LTK-C1 ใช้ประเภทของสัญญาที่ใช้คือรูปแบบUnit Price หรือ Admeasurement

ตัวแปรต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการเลือกสัญญาของโครงการฯ สามารถพิจารณาได้ตามลำดับดังนี้

1.) ความต้องการของกฟผ.

- เพื่อผลิตและส่งไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการของประชาชนและเพื่อความมั่นคงของประเทศชาติ

2.) ความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการฯ

- เพื่อพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าในภาคอีสาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ

- ทางเลือกเกี่ยวกับพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้าของโครงการฯ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมัน และน้ำ โครงการฯนี้เลือกผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ เนื่องจากว่ามีราคาถูกและวิธีการผลิตง่ายกว่าแบบอื่นๆ แต่ในด้านการก่อสร้างโครงการต้องใช้เวลานานและเป็นโครงการค่อนข้างใหญ่

3.) สถานการณ์ของโครงการฯ

3.1) สภาวะของเจ้าของโครงการ

- กฟผ.เป็นองค์การรัฐวิสาหกิจ การดำเนินงานโครงการหนึ่งๆจะต้องมีการเตรียมการล่วงหน้าเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในด้านต่างๆและศึกษารายละเอียดอื่นๆ การดำเนินงานต้องผ่านขั้นตอนการลงความเห็นจากหลายฝ่าย ดังนั้นจึงใช้เวลาในการพิจารณาเรื่องต่างๆมากกว่าหน่วยงานเอกชน ในด้านการเงินของโครงการฯ จำเป็นต้องรู้งบประมาณที่แน่นอน เพื่อความโปร่งใสและความสะดวกในการอนุมัติเงินงบประมาณ

- กฟผ.มีหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการก่อสร้างโครงการต่างๆ จึงมีความรู้และประสบการณ์ในเรื่องกระบวนการก่อสร้าง การพัฒนา และตลอดจนการจัดการโครงการฯ จากการสัมภาษณ์ระดับผู้บริหารของโครงการ กฟผ.มีความสามารถเจาะอุโมงค์เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตรได้ และมีประสบการงานก่อสร้างอุโมงค์มากว่า 10 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-กฟผ. เคยร่วมงานกับผู้รับเหมาของโครงการฯมาก่อนจึงมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี

3.2) ขนาดของโครงการฯ

- โครงการฯมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับโครงการที่ผ่านมาของกฟผ.

3.3) ประเภทของโครงการฯ

- เป็นงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน
- มีความซับซ้อนในการก่อสร้างมาก
- ต้องใช้เทคนิคการก่อสร้าง อุปกรณ์ เครื่องจักร และการติดตั้งพิเศษ

4.) ทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยง

เนื่องจากโครงสร้างขององค์กรเป็นรัฐวิสาหกิจจึงต้องพยายามผลักความเสี่ยงให้กับผู้รับเหมา

จากข้อมูลของตัวแปรต่างๆ สามารถสรุปการเลือกสัญญาของโครงการฯได้ดังนี้

1.) โครงการฯให้ความสำคัญด้านคุณภาพและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เห็นได้จากความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการฯ

2.) การดำเนินงานของโครงการฯ เนื่องจากเป็นโครงการฯขนาดใหญ่จึงต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก และต้องอาศัยความรู้ในการก่อสร้างและความร่วมมือจากต่างประเทศ ทำให้จำเป็นต้องดำเนินโครงการในระดับนานาชาติ เพื่อให้โครงการฯได้คุณภาพตามมาตรฐาน ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้ General Condition แบบ FIDIC

3.) ประเภทของสัญญา หมายถึง ลักษณะการจ่ายเงินของโครงการ โครงการฯนี้ใช้สัญญาแบบ Unit Price ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2.2.3.3 จากลักษณะของโครงการฯที่มีความเสี่ยงในการก่อสร้างสูง น่าจะใช้สัญญาแบบ Cost plus (Cost-Reimbursement) เพราะว่ายังไม่ทราบปริมาณงานที่แน่นอน และจะเป็นการแบ่งเบาความเสี่ยงจากผู้รับเหมาด้วย แม้ว่า กฟผ.จะต้องแบกรับความเสี่ยงมากกว่าผู้รับเหมาก็ตาม แต่จากหลักการกระจายความเสี่ยงกล่าวไว้ว่าผู้ที่เหมาะสมที่สุดที่จะรับความเสี่ยงคือ เจ้าของโครงการ

4.) การที่โครงการฯเลือกใช้ประเภทสัญญาแบบ Unit price แทนที่จะใช้แบบ Cost plus ตามข้อดีข้อเสียที่ได้กล่าวไว้แล้ว เนื่องจากโครงการฯมีมูลค่ามหาศาลไม่สามารถปล่อยให้ส่วนที่เป็นค่าธรรมเนียมไม่อาจระบุค่าได้ ประกอบกับความน่าเชื่อถือของเจ้าของโครงการทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยลดความเสี่ยงของผู้รับเหมาลงได้บ้าง และจากลักษณะขององค์การที่เป็นรัฐวิสาหกิจทำให้มีข้อจำกัดในการรับความเสี่ยง จึงเลือกใช้แบบ Unit Price

5.) เมื่อโครงการฯเลือกใช้สัญญาแบบ Unit Price ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโครงการฯ (หัวข้อ3.2.3 การวิเคราะห์โดย Factor Analysis) คือ ปัญหาความไม่ชัดเจนของสัญญา และความล่าช้าจากขั้นตอนการเรียกร้องค่าเสียหายของผู้รับเหมา

6.)จากผลสรุปของแบบสอบถามจะเห็นได้ว่า เกิดปัญหาความล่าช้าของงานเนื่องจากการพิจารณาเรียกร้องค่าเสียหายของผู้รับเหมา ส่งผลต่องานในสัญญาอื่นๆของโครงการฯด้วย ซึ่งมีสาเหตุจากความไม่ชัดเจนของสัญญาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง

3.2.1.3 <u>การปฏิบัติงานด้านการออกแบบของโครงการ</u>

แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

3.2.1.3. 1. การออกแบบระบบขุดเจาะ (Design Excavation System)

3.2.1.3 .2. การออกแบบระบบค้ำยัน (Design Support System)

3.2.1.3 .3. การออกแบบระบบระบายน้ำและระบบ Grouting (Design Drainage / Grouting System)

3.2.1.3 .1.การออกแบบระบบขุดเจาะ (Design Excavation System)

การดำเนินการออกแบบวิธีการขุดได้เลือกวิธี NATM และ DRILL-BLAST เนื่องจากอุโมงค์มีลักษณะที่แนวมีการเปลี่ยนแปลง มีความไม่แน่นอนของสภาพชั้นหินสูง หินมีสภาพที่ไม่ดี โดยให้ผู้รับเหมาเป็นผู้เลือกวิธีการขุดที่เหมาะสมกับสภาพโดยทั่วไปของหิน ซึ่งชั้นหินที่อุโมงค์วางแนวผ่านเป็นทั้ง Silt stone และ Sand stoneซึ่งการออกแบบได้ใช้ข้อมูลจาก Site investigation

ทางเจ้าของงานได้ใช้เกณฑ์สำหรับการออกแบบคือ

1.) ชนิดของการไหล

2.) ข้อมูลทางไฮโดรลิค

3.) น้ำหนักของส่วนโครงสร้าง

การจ่ายสำหรับการขุดพิจารณาตามแนว Pay line คือ แนว A line และ B line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 .2.การออกแบบระบบค้ำยัน (Design Support System)

ระบบค้ำยันที่โครงการนำมาใช้ คือ Primary Support และ Secondary Support แบ่งเป็นดังนี้

1.)Primary Support ออกแบบโดยเจ้าของงาน และถูกใช้ในเอกสารการประมูลคือRock Bolt Shotcrete Steel Rib และWire Mesh ซึ่งถูกควบคุมโดยวิศวกรของทางฝ่ายเจ้าของ

2.)Secondary Support ทำหลังจากทำการขุดเจาะเสร็จแล้ว คือ Concrete lining และ Concrete Invert

การจ่ายของระบบที่รองรับจะจ่ายในลักษณะ Unit Price โดย Rock Bolt คิดเป็นจำนวนตัว Shotcrete Concrete lining Concrete invert คิดเป็นน้ำหนัก(ตัน) Steel Rib คิดเป็นน้ำหนัก(ตัน)

3.2.1.3.3 การออกแบบระบบระบายน้ำและระบบ Grouting (Design Drainage /Grouting System)

เนื่องจากโครงการฯ มีปัญหาจากการไหลของน้ำในชั้นหินไม่มาก เป็นผลให้ระบบระบายและระบบ Grouting เพื่อแก้ปัญหาจากการไหลของน้ำในชั้นหินไม่ถูกใช้ในโครงการฯ แต่ยังคงมีการทำ Consolidation Grouting เพื่อเสริมความแข็งแรงของอุโมงค์เป็นส่วนใหญ่ การจ่ายของ Consolidation Grouting เป็นลักษณะรวมยอด (Lump Sum)

จากผลการวิเคราะห์ พบว่ามีปัญหาที่มีสาเหตุอันเนื่องจากแบบก่อสร้างเกิดขึ้น กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย และแบบมีความผิดพลาดเป็นผลทำให้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานบ่อย ทำให้เกิดความสูญเสีย ทั้งทางด้านเวลา และด้านค่าใช้จ่าย

ปัญหาดังกล่าวมีความสัมพันธ์ กับข้อมูลทางด้าน Site investigation โดยตรง ที่ทางเจ้าของจัดขึ้น ซึ่งถ้ามีไม่เพียงพอ และไม่สอดคล้องกับสภาพธรณีที่เป็นจริงมากนักแล้ว เมื่อผู้รับเหมาได้เริ่มดำเนินการขุดอุโมงค์ มีผลทำให้วิธีการดำเนินการตามแบบต้องมีการปรับเปลี่ยนไปจากเดิมตลอดระยะเวลาการทำงาน และนำไปสู่ปัญหาทางด้านค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การประเมินความเสี่ยงด้วยแบบสอบถาม

ผู้ทำการวิจัยได้จัดทำการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างคือ วิศวกรของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ จังหวัดนครราชสีมา เพราะว่าวิศวกรที่ประจำอยู่กับโครงการฯ จะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ประสบปัญหาในการก่อสร้างที่แท้จริง ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนแบบสอบถามจำนวน 15 ชุด มีผู้ไม่แสดงความคิดเห็น และไม่สามารถรับแบบสอบถามคืนได้เป็นจำนวน 2 ชุด เพราะฉะนั้นเหลือแบบสอบถามที่สามารถนำมาประมวลผลได้เป็นจำนวน 13 ชุด ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามเป็นดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผู้กรอกแบบสอบถาม

ข้อมูลจากแบบสอบถามในตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามโดยเก็บข้อมูลในเรื่อง

1) ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ชื่อ นามสกุล เพศ ตำแหน่งการทำงาน หน้าที่ความรับผิดชอบ และระดับการศึกษา

2) ข้อมูลการทำงาน ประกอบด้วยประสบการณ์การทำงานในด้านการก่อสร้างอุโมงค์พร้อมทั้งจำนวนปี และประสบการณ์การทำงานในด้านการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินพร้อมทั้งจำนวนปี

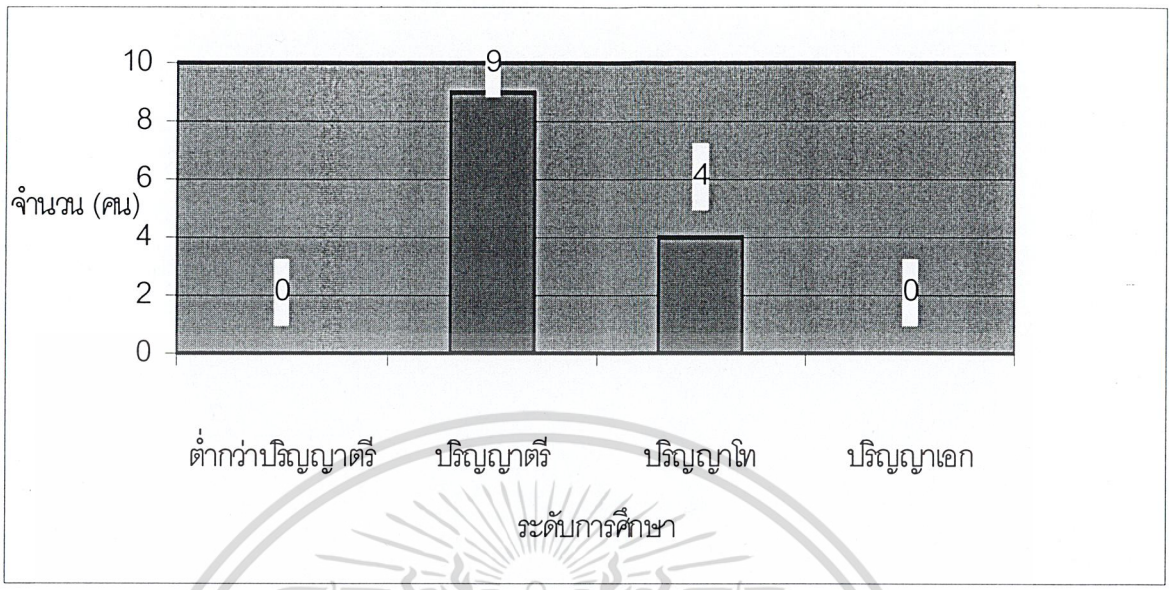
ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1) จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 13 คน

2) จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามระดับการศึกษาเป็น 4 ระดับ

- ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี
- ระดับปริญญาตรี
- ระดับปริญญาโท
- ระดับปริญญาเอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 แผนภูมิแสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามระดับการศึกษา

4) จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามประสบการณ์การทำงานก่อสร้างอุโมงค์ แบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ไม่เคยทำงานทางด้านการก่อสร้างอุโมงค์มาก่อน 10 คน
- เคยทำงานทางด้านการก่อสร้างอุโมงค์มาก่อน 3 คน

(ประสบการณ์มี 9 15 และ 16 ปี ตามลำดับ)

5) จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามประสบการณ์การทำงานก่อสร้างอุโมงค์ ในชั้นหินแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ไม่เคยทำงานทางด้านการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินมาก่อน 11 คน
- เคยทำงานทางด้านการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินมาก่อน 2 คน

(ประสบการณ์มี 15 และ 16 ปี ตามลำดับ)

6) จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามลักษณะงานที่ทำในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

- ฝ่ายเจ้าของโครงการ
- ฝ่ายบริษัทที่ปรึกษา (บุคลากรของฝ่ายเจ้าของโครงการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.1 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามลักษณะการทำงานในปัจจุบัน

ลักษณะงาน	จำนวน (คน)
ฝ่ายเจ้าของโครงการ	11
ฝ่ายบริษัทที่ปรึกษา	2

3.2.2.2 <u>การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นเรื่องระดับความถี่และระดับผลกระทบในแต่ละปัญหา</u>

ระดับคะแนนของระดับความถี่ที่เกิดขึ้นกับโครงการ

4 หมายถึง สูง

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง ต่ำ

1 หมายถึง ไม่มี

ระดับคะแนนของระดับผลกระทบผล ที่ส่งผลกระทบต่อ <u>เวลา</u> และ <u>ค่าใช้จ่าย</u> กับโครงการ

3 หมายถึง สูง

2 หมายถึง ปานกลาง

1 หมายถึง ต่ำ

สาเหตุและหลักการใช้ "Likert scale" ในแบบสอบถาม

(SEWELL, 1941 และ MCLVER AND CARMINES, 1986)

1.เพื่อเป็นการค้นหาความเป็นจริงที่เกิดขึ้นจากผู้ตอบแบบสอบถาม

2.การแบ่งระดับคะแนนในผลกระทบ และระดับความถี่จะแบ่งจากน้อยไปหามาก

3.ระยะห่างของระดับคะแนนในแต่ละช่วงต้องเท่ากัน

4.ระดับคะแนนจะไม่เป็นศูนย์เพราะเป็นไปไม่ได้ที่การทำงานจะไม่เกิดปัญหาเลย

การระบุความเสี่ยงของการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน

1.) <u>ภัยทางธรรมชาติ</u>

A3*ความเสียหายจากระดับน้ำใต้ดิน

A4*ความเสียหายจากลม

A5*ความเสียหายจากฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A6*ไฟไหม้

2.) <u>สภาพแวดล้อม สุขภาพ และสังคม</u>

B1*ปัญหาการเวรคืนที่ดิน

B2*ปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจเนื่องจากฝุ่นจากการทำงาน

B3*การชุมนุมประท้วงต่อต้านการก่อสร้าง

B4*การก่อสร้างก่อปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม

B5*ความผันผวนทางการเมืองส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน

B6*พนักงานไม่ปฏิบัติตามระบบป้องกันความปลอดภัยที่กำหนดไว้

3.) <u>สภาพเศรษฐกิจ และ การเงิน</u>

C1*สภาพเงินเฟ้อ และ ค่าเงินที่ผันผวน

C2*ผู้รับเหมาขาดสภาพคล่องทางการเงิน

C3*เจ้าของขาดแหล่งเงินทุนที่เพียงพอมาใช้ดำเนินการ

C4*ปัญหาด้านการจ่ายเงินงวดให้กับผู้รับเหมา เมื่อมีการส่งงาน

4.) <u>แบบก่อสร้าง</u>

D1*การเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย

D2*แบบมีความผิดพลาดทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน

D3*รายละเอียดประกอบแบบไม่เพียงพอไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณราคา

D4*วิศวกรไม่มีความสามารถในการปฏิบัติตามแบบ

D5*แบบมีความครุมเครือ ไม่ชัดเจน

D6*แบบไม่มีความสมบูรณ์ และไม่มีความสิ้นสุด

D7*ความผิดพลาดในใบปริมาณงาน

5.) <u>การก่อสร้าง และสัญญา</u>

E1*ปัญหาสภาพชั้นหินไม่ตรงกับการสำรวจหรือคาดการณ์ไว้

E2*การพังทลายของชั้นหิน

E3*เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ เสียบ่อย

E4*ปัญหาที่เกิดจากการเลือกใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสม

E5*อะไหล่เครื่องจักรหายาก และราคาสูง

E6*ขาดบุคลากรในการควบคุมงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E7*การหมุนเวียนแรงงานในระยะเวลาสั้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำ

E8*การใช้แรงงานต่างชาติส่งผลกระทบต่อการสื่อสารในการทำงาน

E9*ขาดแคลนแรงงาน และ คุณภาพของแรงงาน

E10*ปัญหาจากคนงานเกิดการทะเลาะวิวาท

E11*บริษัทที่ปรึกษามีประสบการณ์ด้านงานอุโมงค์ในหินต่ำ

E12*ปัญหาจากการขาดแคลนวัสดุในการก่อสร้าง

E13*ประสิทธิภาพของผู้รับเหมาในการดำเนินการต่ำ

E14*ผู้รับเหมาทำงานไม่ตรงตามตามแบบและรายละเอียดที่กำหนดไว้

E15*ผู้รับเหมาไม่สามารถดำเนินงานให้ตรงตามแผนหรือโปรแกรมได้

E16*ระบบการบันทึกไม่มี หรือมีแต่ขาดประสิทธิภาพ

E17*กระบวนการยุติธรรมใช้เวลานาน

E18*ขั้นตอนการอนุมัติแก้ไขปัญหาใช้เวลานาน

E19*ปัญหาเนื่องจากระยะเวลาการทำงานไม่เพียงพอ

E20*ความล่าช้าจากขั้นตอนการเรียกร้องค่าเสียหาย

E21*สัญญาครุมเครือ ไม่ชัดเจน และกำกวม

E22*ขาดบุคลากรที่มีความชำนาญงานด้านสัญญาระหว่างประเทศ

ตารางที่3.2 สรุปผลแบบสอบถาม

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
A1	2	2	6			10	3
A2							13
A3		2	5			7	6
A4			4			4	9
A5		6	4			10	3
A6							13
B1		2	6		1	7	5
B2	1	5	7		8	5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 สรุปผลแบบสอบถาม(ต่อ)

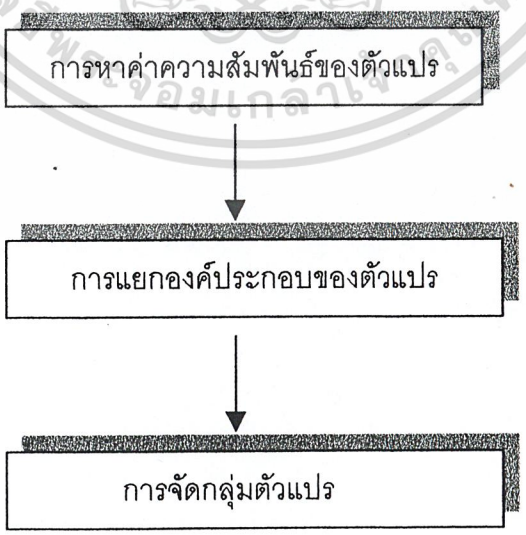
ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
B3		2	8		1	9	3
B4		2	11		1	12	
B5		1	6		1	4	8
B6			8		2	6	5
C1	1	8	3	1	8	3	1
C2	4	7	2	4	6	3	
C3		4	5		3	6	4
C4		1	2		1	2	10
D1		5	8		8	5	
D2		1	12		1	12	
D3		1	9		1	9	3
D4			4			4	9
D5		1	11			12	1
D6			8		1	7	5
D7		5	5		1	9	3
E1		3	9		1	11	1
E2		1	12			13	
E3		4	8		2	10	1
E4		1	9			10	3
E5		2	11		3	10	
E6			6			6	7
E7		1	5		2	4	7
E8	1	2	8	1	2	8	2
E9		2	8		3	7	3
E10		1	9			10	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 สรุปผลแบบสอบถาม(ต่อ)

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
E11			8			8	5
E12		2	6		2	6	5
E13	2	5	4	1	3	6	2
E14		4	7		2	9	2
E15	3	9	1	4	6	2	
E16	1	2	8		4	7	2
E17		2	10		2	10	1
E18			10			10	3
E19		8	4		6	6	1
E20		3	7		2	8	3
E21		3	7		2	8	3
E22		1	8			9	4

3.2.2.3. การวิเคราะห์โดย Factor analysis



รูปที่3.2 ขั้นตอน Factor analysis (MARIJA, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปขั้นตอน Factor analysis จะสามารถอธิบายแต่ละขั้นตอนโดยละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1.การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด โดยตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ จะถูกตัดออกไป

2.การแยกองค์ประกอบของตัวแปรเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ว่าตัวแปรจะแบ่งออกได้เป็นทั้งหมด กี่กลุ่ม

3. การจัดกลุ่มตัวแปร เป็นการแยกตัวแปรออกเป็นกลุ่มโดยอาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรซึ่งจะได้สัมประสิทธิ์ของตัวแปรเป็น "Weight" ของตัวแปร นั้นๆ

ซึ่งในการศึกษากรณีนี้เราจะใช้โปรแกรม SPSS 7.5.1 ในการคำนวณ Factor analysis ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

ระดับความถี่ของปัญหา = $4.32F_1 + 3.4F_2 + 2.54F_3 + 1.55F_4 + 1.34F_5$ สมการที่ (3.1)

F_1 = 0.351E13 + 0.263E17 + 0.207E16 + 0.180E19 สมการที่ (3.1.1)

F_2 = 0.346D1 + 0.326E5 + 0.289E3 + 0.178E8 + 0.178E1 สมการที่ (3.1.2)

F_3 = 0.348C1 + 0.278B4 + 0.220E15 + 0.176C2 สมการที่ (3.1.3)

F_4 = 0.389D2 + 0.326E1 สมการที่ (3.1.4)

F_5 = 0.558B2 สมการที่ (3.1.5)

โดย

องค์ประกอบที่ 1 (F_1)

-ประสิทธิภาพของผู้รับเหมาในการดำเนินงานต่ำ E13

-ความล่าช้าจากขั้นตอนการเรียกร้องค่าเสียหาย E19

-ขั้นตอนการอนุมัติแก้ไขปัญหาใช้เวลานาน E17

-กระบวนการยุติธรรมใช่เวลานาน E16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบที่ 2 (F_2)

-อะไหล่เครื่องจักรหายาก และราคาสูง	E5
-เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ เสียหายบ่อย	E3
-การเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย	D1
-ผู้รับเหมาทำงานไม่ตรงตามแบบ และรายละเอียดที่กำหนดไว้	E14
-การใช้แรงงานต่างชาติส่งผลกระทบต่อการสื่อสารในการทำงาน	E8

องค์ประกอบที่ 3 (F_3)

-สภาพเงินเฟ้อ และค่าเงินที่ผันผวน	C1
-การก่อสร้างก่อปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม	B4
-ผู้รับเหมาขาดสภาพคล่องทางการเงิน	C2
-ผู้รับเหมาไม่สามารถทำงานให้ตรงตามแผน หรือโปรแกรมได้	E15

องค์ประกอบที่ 4 (F_4)

-แบบมีความผิดพลาด ทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน	D2
-ปัญหาสภาพชั้นหินไม่ตรงกับการสำรวจ หรือคาดการณ์ไว้	E1

องค์ประกอบที่ 5 (F_5)

-ปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจเนื่องจากฝุ่นในการทำงาน	B2

ระดับผลกระทบของปัญหา $= 12.78G_1 + 8.58G_2 + 4.72G_3 + 3.20G_4 + 1.81G_5 + 1.18G_6$ สมการที่ (3.2)

$G_1 = 0.163(A3 + D5 + E12 + E10) + 0.117(E8 + E9 + E16 + E17 + E20)$ สมการที่ (3.2.1)

$G_2 = 0.149(D1 + E1) + 0.121C2 + 0.109A5 + 0.820(C4+D2+D3+E7+E21)$ สมการที่ (3.2.2)

$G_3 = 0.303E19 + 0.252B2$ สมการที่ (3.2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G_4 = 0.332E + 0.259D7 + 0.197E13 + 0.153E4 + 0.138A1+ 0.089B3 สมการที่ (3.2.4)

G_5 = 0.220C1 + 0.192E15 + 0.066E3 + 0.061E2 สมการที่ (3.2.5)

G_6 = 0.357B1 + 0.273C3 + 0.207B4 สมการที่ (3.2.6)

โดย

องค์ประกอบที่ 1 (G_1)

-วิศวกรไม่มีความสามารถในการปฏิบัติตามแบบ	D5
-ปัญหาจากคนงานเกิดการทะเลาะวิวาท	E10
-ปัญหาจากการขาดแคลนวัสดุในการก่อสร้าง	E12
-ความเสียหายจากระดับน้ำในชั้นหิน	A3
-สัญญาคลุมเครือ ไม่ชัดเจน และกำกวม	E20
-ขั้นตอนการอนุมัติแก้ไขปัญหาใช้เวลานาน	E17
-การใช้แรงงานต่างชาติส่งผลกระทบต่อการสื่อสารในการทำงาน	E8
-กระบวนการยุติธรรมใช้เวลานาน	E16
-ขาดแคลนแรงงาน และคุณภาพแรงงาน	E9

องค์ประกอบที่ 2 (G_2)

-ปัญหาสภาพชั้นหินไม่ตรงกับการสำรวจ หรือคาดการณ์ไว้	E1
-การเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย	D1
-ขาดบุคลากรที่มีความชำนาญงานด้านสัญญาระหว่างประเทศ	E21
-การหมุนเวียนแรงงานในระยะเวลาสั้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำ	E7
-รายการประกอบแบบไม่เพียงพอ ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณราคา	D3
-แบบมีความผิดพลาดทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน	D2
-ปัญหาด้านการจ่ายเงินให้กับผู้รับเหมา เมื่อมีการส่งงาน	C4
-ความเสียหายจากฝน	A5
-ผู้รับเหมาขาดสภาพคล่องทางการเงิน	C2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบที่ 3 (G_3)

-ความล่าช้าจากขั้นตอนการเรียกร้องค่าใช้จ่าย	E19
-ปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจเนื่องจากฝุ่นในการทำงาน	B2

องค์ประกอบที่ 4 (G_4)

-ผู้รับเหมาทำงานไม่ตรงตามแบบ และรายละเอียดที่กำหนดไว้	E14
-การชุมนุมประท้วงต่อต้านการก่อสร้าง	B3
-ความผิดพลาดในใบปริมาณงาน	D7
-ประสิทธิภาพของผู้รับเหมาในการดำเนินงานต่ำ	E13
-น้ำท่วม	A1
-ปัญหาจากการเลือกใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสม	E4

องค์ประกอบที่ 5 (G_5)

-การพังทลายของชั้นหิน	E2
-เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ เสียหายบ่อย	E3
-ผู้รับเหมาไม่สามารถดำเนินงานให้ตรงตามแผน หรือโปรแกรมได้	E15
-สภาพเงินเฟ้อ และค่าเงินที่ผันผวน	C1

องค์ประกอบที่ 6 (G_6)

-ปัญหาการเวรคืนที่ดิน	B1
-ปัญหาแหล่งเงินทุนของเจ้าของโครงการ	C3
-การก่อสร้างก่อปัญหาสภาพแวดล้อม	B4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การลดความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน

4.1 บทนำ

จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการฯทำให้ทราบความเสี่ยงและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นของงานก่อสร้างอุโมงค์ จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งด้านที่เป็นสาเหตุของปัญหาได้ 3 ด้าน ซึ่งการดำเนินงานควรที่จะถูกตัดสินพิจารณาบนพื้นฐานดังนี้

1.) Site investigations ควรจะได้รับการวางแผนและดำเนินงาน ภายใต้จุดประสงค์ที่จะจัดเตรียมให้ผู้ออกแบบและผลสุดท้ายผู้รับเหมาจะได้รับข้อมูลจำนวนมาก ทำให้ราคาโครงการมีความเหมาะสม

2.) Contract documents ควรจะจัดเตรียมโดยการพิจารณาขั้นต้นที่ครอบคลุมเอกสารสัญญาทั้งหมดที่เป็นไปได้ซึ่งควรที่จะยุติธรรมทั้งฝ่ายผู้รับเหมาและเจ้าของงาน

3.) Design ควรจะเตรียมอย่างครอบคลุมทางเลือกที่เป็นไปได้สำหรับการพิจารณาที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่

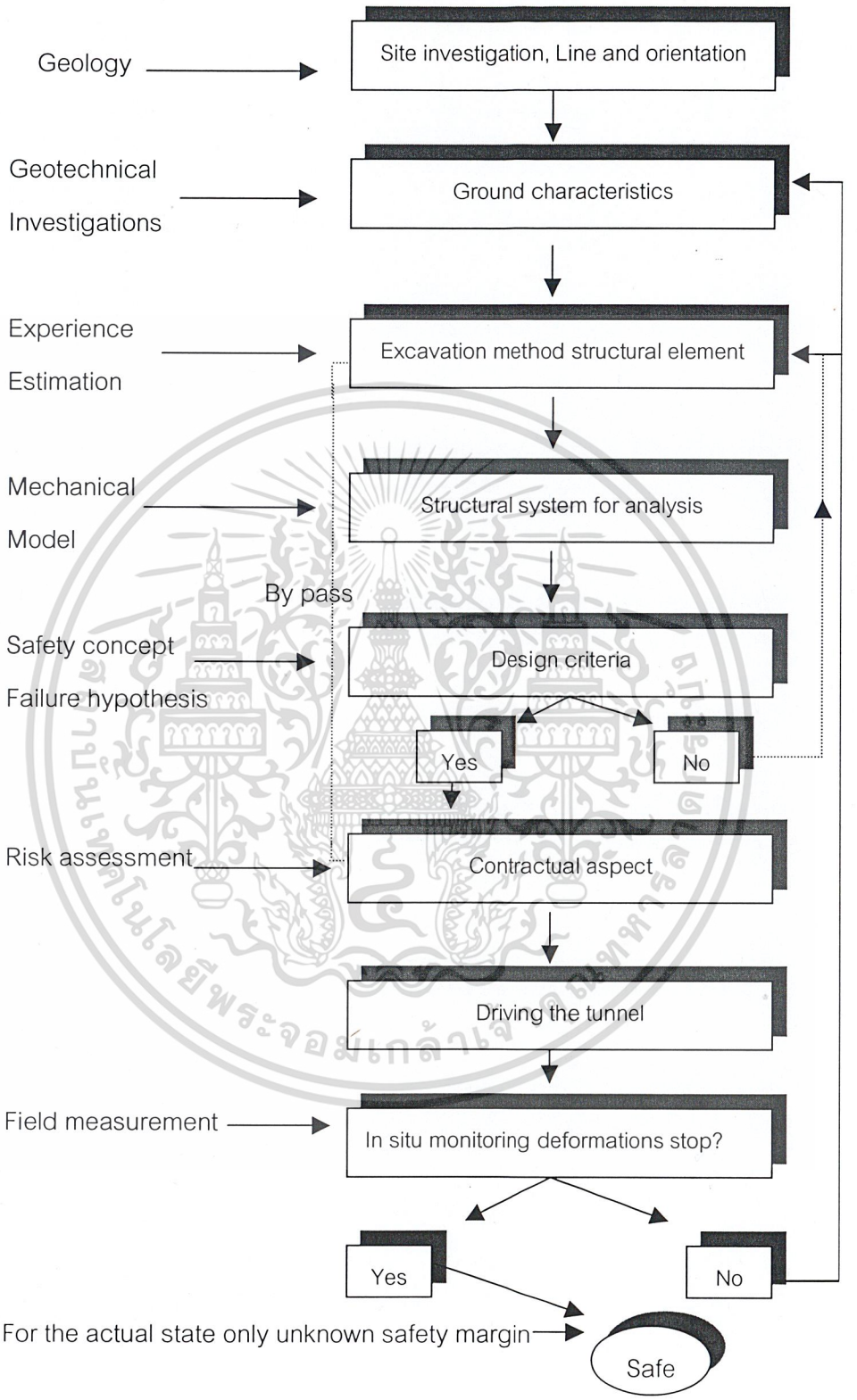
ซึ่งทั้ง 3 ด้านนี้ ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์จากแนวทางปฏิบัติที่เสนอโดยนักวิชาการในกรณีตัวอย่างจากงานอุโมงค์ต่างๆทั่วโลก

4.2 แนวทางปฏิบัติในการลดความเสี่ยงของงานก่อสร้างอุโมงค์

4.2.1 แนวทางปฏิบัติในด้าน Site investigation

จากรูปขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ (DUDECK, 1989) จะเห็นได้ว่า Site investigation จะเป็นขั้นตอนแรกในการก่อสร้างเพราะฉะนั้นจึงเป็นส่วนสำคัญที่ควรมีรูปแบบที่มีมาตรฐาน และการแปลความหมายสภาพธรณีที่เป็นจริงอย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.1 ขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้าง (DUDECK, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Site investigation ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ (H.I. AWAD)

ส่วนแรก : เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการแง่ของการนำไปดำเนินการจริง แต่จะเป็นไปในลักษณะกว้างๆ ซึ่งจะทำให้ได้แนวทางปฏิบัติหลายแนวทาง เช่น แนวเส้นทางของการก่อสร้างมีความเป็นไปได้ในเส้นทางใดได้บ้าง เป็นต้น

ส่วนที่สอง : ทำการศึกษารายละเอียดที่ลึกลงไปในแต่ละแนวเส้นทางที่ได้มาจากตอนแรกเพื่อทำการเลือกแนวเส้นทางที่เหมาะสมตามความต้องการ

สรุปได้ว่า Site investigation มีผลทำให้เกิด

1.)แนวทางการก่อสร้างหลายรูปแบบ เช่น แนวเส้นทาง ชนิดของค้ำยัน เป็นต้น

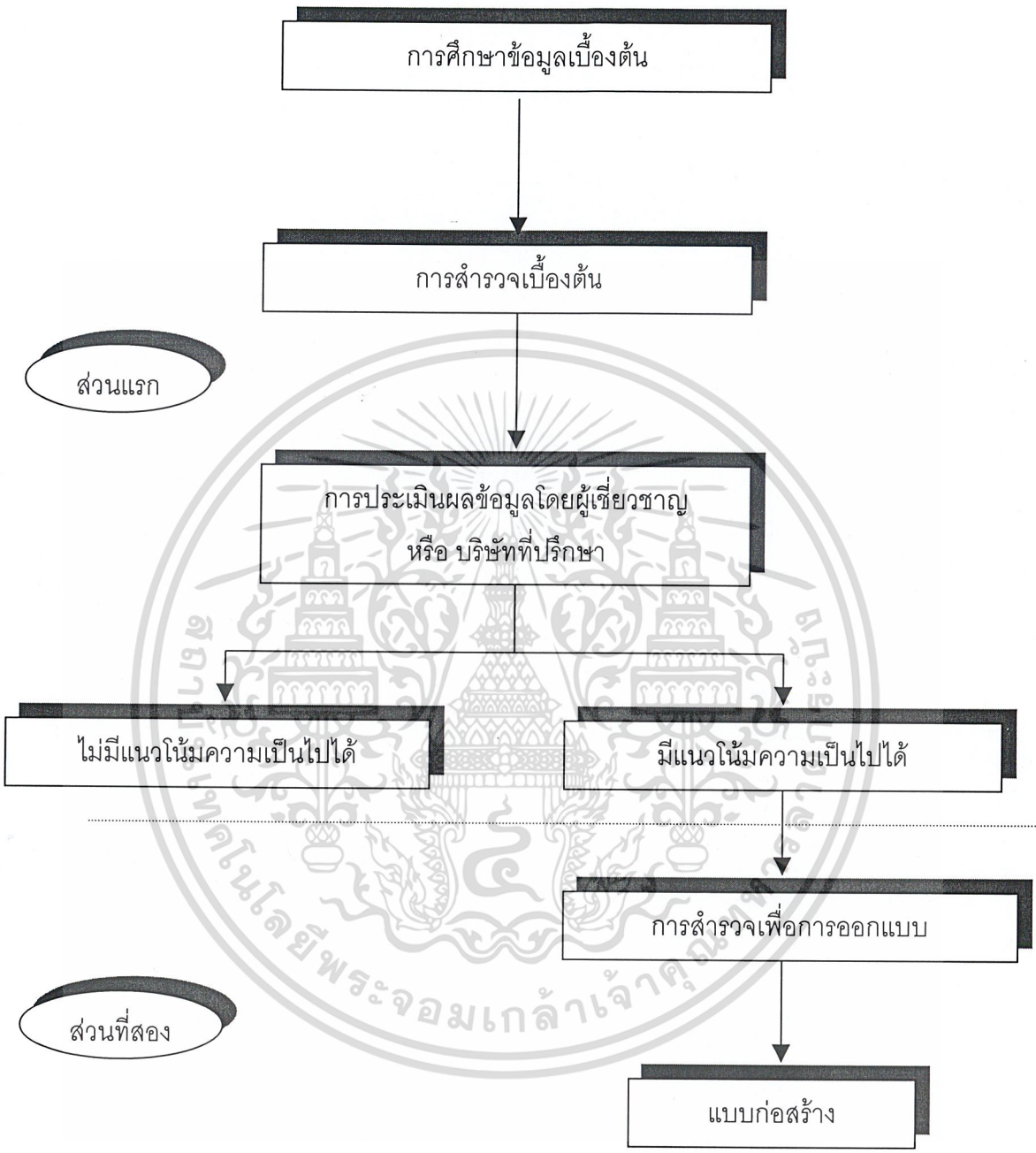
2.)ความเหมาะสมด้านการออกแบบ และสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง

3.)ความเหมาะสมทั้งทางด้านความปลอดภัย ความคุ้มทุน และเวลา ในแง่ของความเป็นไปได้ต่อโครงการ

4.)ความสามารถคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้า รวมทั้งค่าใช้จ่ายล่วงหน้าของโครงการได้อย่างใกล้เคียงมากที่สุด

ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Site investigation มีมูลค่า ประมาณ 0.1-7.5 %(CIRIA,1977) ของราคาค่าโครงการก่อสร้างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.2 ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน Site investigation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน Site investigation

4.2.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากหน่วยงานที่ได้ทำการศึกษามาแล้ว เช่น กรมแผนที่ทหาร กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น รวมทั้งมีการศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของผลกระทบต่อบริเวณใกล้เคียง ดังต่อไปนี้

- ภาพถ่ายทางอากาศ
- แผนที่ทางภูมิศาสตร์
- แผนที่ทางธรณีวิทยา
- ผลการสำรวจบริเวณใกล้เคียงของบริเวณที่จะทำการก่อสร้าง
- ความต้องการของประชาชนที่มีต่อโครงการ
- ลักษณะที่ตั้งของโครงการที่จะส่งผลกระทบต่อบริเวณใกล้เคียง

4.2.1.2 การสำรวจเบื้องต้น

การสำรวจเบื้องต้นก็เพื่อจะตรวจสอบลักษณะการเรียงตัวของชั้นหินตลอดจนคุณสมบัติของชั้นหินเบื้องต้น ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ

1.การศึกษาทางด้านธรณีวิทยา และธรณีฟิสิกส์ โดยจะจัดทำแผนที่ และการสำรวจที่จะแสดงคุณสมบัติทางด้านธรณีวิทยา และธรณีฟิสิกส์ตามลำดับ เพื่อเป็นการศึกษาถึงลักษณะเบื้องต้นของบริเวณที่จะก่อสร้างว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร เช่น การเรียงตัวของชั้นหินประกอบไปด้วยหินชนิดใดบ้าง เป็นต้น

2.การเจาะสำรวจขั้นต้น และการทดสอบคุณสมบัติในบริเวณก่อสร้างจริง ซึ่งจะเป็นในรูปแบบของการสำรวจที่จะช่วยให้เห็นภาพของการดำเนินงานก่อสร้างชัดขึ้น เพื่อทำให้ได้แนวเส้นทางของการก่อสร้างอุโมงค์ว่าจะสามารถก่อสร้างไปในแนวทางใดได้บ้าง

4.2.1.3 การประเมินผลข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือบริษัทที่ปรึกษา

เพื่อที่จะได้พิจารณาประเมินผลข้อมูลที่ได้จากข้อมูลเบื้องต้น ทั้งในแง่ของการรวบรวมข้อมูลและการสำรวจ ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริงมากน้อยเพียงใดในแต่ละเส้นทางการก่อสร้าง ซึ่งนอกจากปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยทางด้านสภาพทางธรณีวิทยาแล้ว จะต้องมีความคำนึงถึงปัจจัยทางด้านความปลอดภัย ด้านความคุ้มทุน และด้านเวลามาประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการก่อสร้างอุโมงค์ด้วย ผลสุดท้ายอาจจะมีเส้นทางการก่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างให้เลือกดำเนินการได้หลายแนวทางก็ได้ และในการประเมินผลข้อมูลนี้จะประกอบไปด้วยบุคลากร ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (JOYCE, 1982)

- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาพถ่ายทางอากาศ
- นักภูมิศาสตร์
- นักธรณีวิทยา
- นักชลศาสตร์
- นักเคมี
- วิศวกร
- ช่างสำรวจ
- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเกษตรกรรม
- ผู้เก็บรวบรวมเอกสาร

4.2.1.4 การสำรวจเพื่อการออกแบบ

เพื่อเป็นการตรวจสอบดูคุณสมบัติของชั้นหินที่เจาะลึกลงไปในรายละเอียด โดยเฉพาะบริเวณที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างไปจากการสำรวจในเบื้องต้นที่ผ่านมาแล้ว หรืออาจจะมีรายละเอียดไม่พียงพอต่อการนำไปประกอบการออกแบบ ทำให้การสำรวจในขั้นตอนนี้ต้องมีความละเอียด และมีปริมาณการเจาะสำรวจที่มากกว่าการเจาะสำรวจเบื้องต้น หรือไม่ก็อาจจะมีการเจาะสำรวจเพิ่มเติมในบางพื้นที่เท่านั้นก็เป็นไปได้ตามสภาพทางธรณีวิทยา ซึ่งในส่วนของปริมาณการเจาะสำรวจเพิ่มเติมนี้ทางวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนด ต่อไปจะเป็นตัวอย่างชี้ให้เห็นว่าการสำรวจว่าจะต้องศึกษารายละเอียดดังนี้ (CIRIA, 1977)

- Rock characteristics

  ประกอบไปด้วย

  *Strengths

  *Hardness

  *Degree of weathering

- Special test

  เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการดำเนินงานด้าน Site investigation

Site investigation เป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับโครงการได้ ซึ่งอาจจะไม่ได้ทั้งหมดเพราะว่าสภาพการทำงานจริงจะอยู่ในสภาพ Unforeseen กล่าวคือลักษณะงานเป็นงานในชั้นหินเพราะฉะนั้นแล้วเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในบางครั้งก็เป็นเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อน ด้วยเหตุนี้ Site investigation จึงเปรียบเสมือนแนวทางที่จะป้องกันเหตุการณ์ Unforeseen ที่จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เพราะยิ่งมี Site investigation มากเท่าใดก็จะยิ่งป้องกันได้มากเท่านั้น แต่ค่าใช้จ่ายที่ใช้ดำเนินการ Site investigation ก็จะเพิ่มขึ้นมากขึ้นเป็นทวีคูณด้วย ด้วยเหตุผลนี้จึงเป็นการยากที่จะหาจุดที่พอดีได้ใน Site investigation ระหว่างเจ้าของโครงการ และทางผู้รับเหมา

4.2.2 แนวทางปฏิบัติในด้านสัญญา

โดยปกติการตกลงกันระหว่างผู้รับเหมา และเจ้าของโครงการจะใช้สัญญาแบบมาตรฐาน (Standard Form of Contract) ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่ไม่จำเป็นถ้าไม่ใช่โครงการที่มีความซับซ้อนและมีระดับความเสี่ยงสูง ประโยชน์โดยทั่วไปของสัญญาแบบมาตรฐานคือ เป็นที่ยอมรับทั้งในวงการอุตสาหกรรมและในทางกฎหมาย เพราะสัญญาแบบมาตรฐานนี้ร่างโดยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ทำให้มั่นใจในคุณภาพและเชื่อถือได้ แม้ว่าสัญญาแต่ละแบบจะมีจุดอ่อนในตัวเองก็ตาม แต่ก็เป็นการปลอดภัยกว่าที่เรารู้ว่าจุดอ่อนนั้นคืออะไร

เนื่องจากสัญญามาตรฐานแบบต่างๆมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ในการพิจารณาเลือกรูปแบบสัญญา ที่จะใช้กับโครงการจำเป็นจะต้องมีเทคนิคการพิจารณาและตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อมั่นใจว่าได้เลือกอย่างมีเหตุผล ผู้ที่มีประสบการณ์สามารถพัฒนาความชำนาญด้านการเลือกสัญญาได้โดยสัญชาติญาณ แต่ผู้ไม่มีประสบการณ์ต้องอาศัยเกณฑ์การพิจารณาเลือกรูปแบบของสัญญาซึ่งมีรูปแบบละขั้นตอนตามแผนภาพรูปที่ 4.3

จากแผนภาพแสดงขั้นตอนการเลือกสัญญาของโครงการจะเห็นว่ามีตัวแปร 3 ตัวที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการ คือ

4.2.2.1 ความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการ (Requirement & Objective)

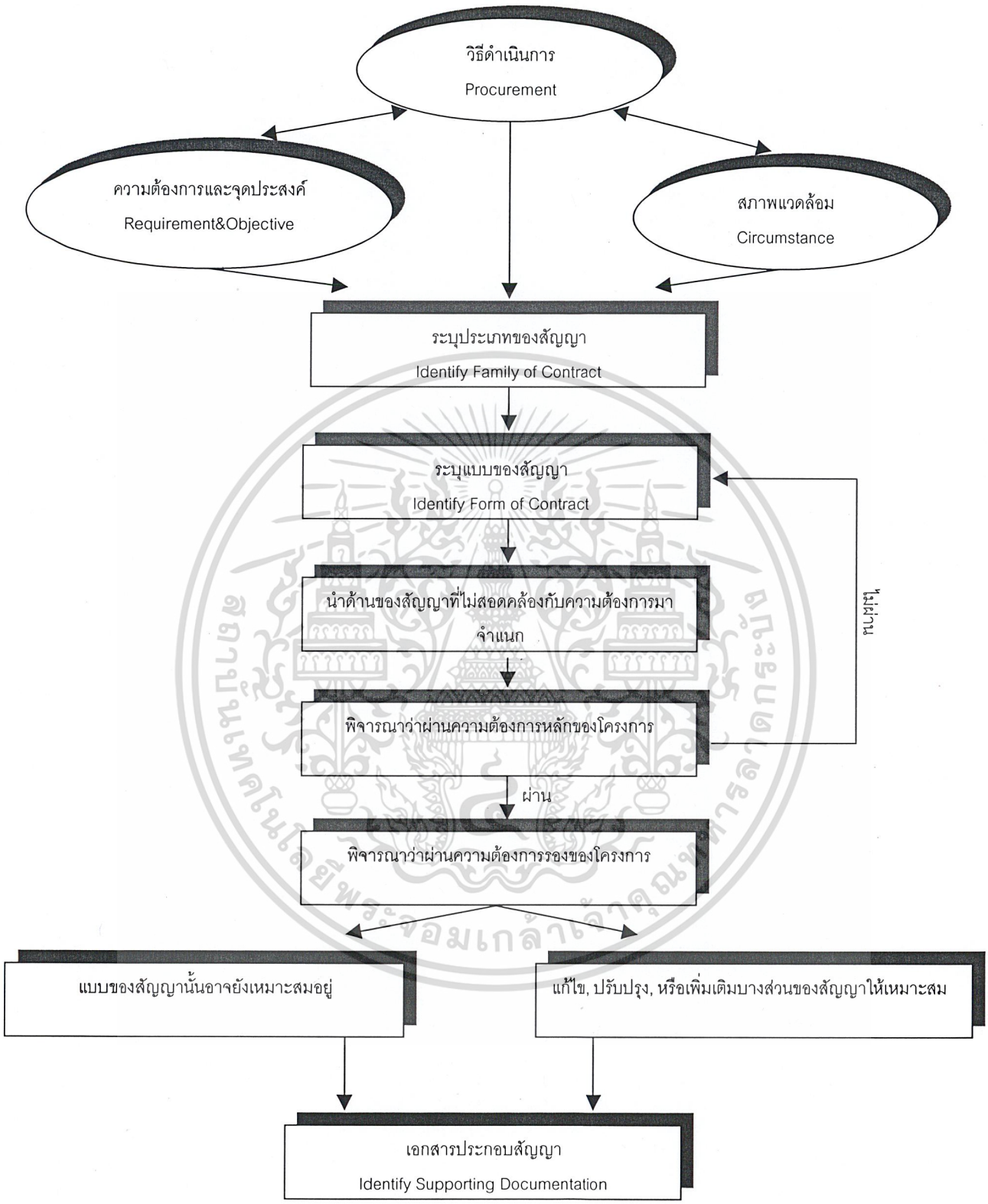
4.2.2.2 สภาพแวดล้อมของโครงการ (Circumstance)

4.2.2.3 วิธีดำเนินงานของโครงการ (Procurement)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ตัวแปรแต่ละตัวยังมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการเลือกวิธีดำเนินงานของโครงการก็จะต้องคำนึงถึงความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการ สภาพแวดล้อมของโครงการและสภาพที่เหมาะสมกับสัญญาด้วย เมื่อพิจารณาตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้แล้ว จะนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเลือกประเภทของสัญญา เพื่อเลือกแบบของสัญญาและเอกสารประกอบสัญญาต่อไป รายละเอียดของตัวแปรและขั้นตอนต่างๆมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3 การเลือกสัญญา (Contract Selection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.1 <u>ความต้องการและจุดประสงค์ของโครงการ</u>

ได้มาจากการจัดลำดับขั้นความต้องการ (Needs) ของเจ้าของโครงการตามความจำเป็นก่อนหลัง โดยจะต้องและให้ออกระหว่างความต้องการที่จำเป็น (Needs) กับความต้องการทั่วๆไป (Wants) ของเจ้าของโครงการ ผู้ลงทุนทุกคนย่อมต้องการให้โครงการของตนใช้ค่าใช้จ่ายต่ำแต่มีคุณภาพสูงภายในระยะเวลาสั้น โดยที่สามารถคาดการณ์ค่าใช้จ่ายได้แม่นยำและมีความเสี่ยงต่ำ แต่ในทางปฏิบัติ ไม่สามารถหาวิธีดำเนินงานหรือกลยุทธ์ทางสัญญาใดที่จะสนองความต้องการเหล่านี้ได้หมด จึงจำเป็นที่จะต้องนำความต้องการเหล่านี้มาพิจารณา ตามความจำเป็นที่แท้จริงของเจ้าของโครงการ

4.2.2.2 <u>สภาพแวดล้อมของโครงการ</u>

ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของโครงการอาจทราบได้จากการตอบคำถามต่อไปนี้

1.) สภาวะของเจ้าของโครงการ
   - มีลักษณะเป็นเอกชน หน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ
   - มีความรู้เกี่ยวกับความต้องการ (Needs) ของตนเองอย่างไร
   - มีประสบการณ์ก่อสร้างมาก่อนหรือไม่ และมีอคติในการเลือกวิธีการดำเนินงานและประเภทของสัญญาหรือไม่
   - มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการก่อสร้างและการพัฒนาการก่อสร้างอย่างไร
2.) ทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยงของเจ้าของโครงการ
   - เจ้าของโครงการที่เป็นองค์กรของรัฐมักจะไม่ยินยอมรับความเสี่ยงเหมือนภาคเอกชน สภาวะของการพัฒนาของเจ้าของโครงการก็มีผลต่อทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยง คือหากมีการพัฒนาทางธุรกิจที่ดีกว่าจะสามารถรับความเสี่ยงและค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างของโครงการได้มากกว่า
3.) ขนาดของโครงการ
   - โครงการลักษณะเดียวกันแต่มีขนาดต่างกันจะเหมาะสมกับรูปแบบของสัญญาที่ต่างกัน
4.) ประเภทของโครงการ
   - เป็นโครงการก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหินเพื่อประโยชน์ในด้านใด
   - ความซับซ้อนของโครงการมากเท่าใด
   - โครงการต้องใช้เทคนิคการก่อสร้างหรือการติดตั้งพิเศษหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 วิธีดำเนินงานของโครงการ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการต่างๆเพื่อให้เหมาะสมกับการดำเนินงานก่อสร้างของโครงการในแบบต่างๆ รูปแบบสำคัญที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีดังนี้

4.2.2.3.1. การดำเนินงานที่ขึ้นอยู่กับใบเสนอราคาที่แน่นอน (Based on firm of BOQ.)

วิธีนี้เจ้าของโครงการมอบหมายให้สถาปนิกเตรียมการออกแบบโครงการที่สมบูรณ์เกือบทั้งหมด และให้ที่ปรึกษาเตรียมใบเสนอราคา(BOQ) อ้างอิงจากแบบของสถาปนิกและข้อมูลตามรายการประกอบแบบ (Specification) จากนั้นจึงเชิญชวนผู้รับเหมาให้มาร่วมประกวดราคาโดยคิดราคาตามปริมาณงานที่กำหนดใน BOQ ปกติผู้ที่ให้ราคาต่ำสุดจะเป็นผู้ชนะการประมูล

ข้อดี

1.) เจ้าของโครงการและผู้รับเหมามองภาพความรับผิดชอบของตนเองต่อโครงการได้ชัดเจน

2.) ราคาต่อหน่วยใน BOQ จะเป็นพื้นฐานในการหาค่าการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบ

3.)สามารถเห็นรายละเอียดความล้มเหลวของการประมูล

ข้อเสีย

1.) เสียเวลาในขั้นตอนการออกแบบโครงการและการเตรียมการประมูล

2.)ปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะทำให้ลักษณะของงานที่กำลังดำเนินการอยู่เปลี่ยนไป

สถานการณ์ที่เหมาะสม

1.) เมื่อมีเวลาเตรียมแบบของโครงการที่สมบูรณ์เพียงพอที่จะหาปริมาณงานได้อย่างแม่นยำ

2.) เมื่อรู้งานของโครงการที่เจ้าของโครงการมอบหมายให้ทำโดยละเอียด

4.2.2.3.2. การดำเนินการที่ขึ้นอยู่กับใบเสนอราคาโดยประมาณ (Based on bill of approximate quantities.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีนี้คล้ายกับวิธี4.2.2.3.1 แตกต่างกันตรงที่ปริมาณที่กำหนดให้ในใบเสนอราคาเป็นค่าโดยประมาณ

ข้อดี

1.) การก่อสร้างที่หน้างานสามารถเริ่มได้โดยเร็ว

2.) สามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายพิเศษที่เกิดจากการเตรียมปริมาณงานที่แม่นยำ

ข้อเสีย

1.) ใบเสนอราคาไม่สามารถเชื่อถือได้เพราะไม่ได้ระบุค่าใช้จ่ายจริง เป็นเพียงค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการประมูล ผู้ร่วมประมูลอาจไม่เข้าใจถึงความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นต่อไป

2.) จะต้องวัดปริมาณงานก่อสร้างตามที่ได้จริง ซึ่งเมื่อพิสูจน์ออกมาแล้วอาจมากกว่าค่าใช้จ่ายที่ได้ประมาณไว้ในใบเสนอราคาเมื่อตอนต้น

3.) สถาปนิกไม่รู้สึกว่าจะต้องรีบพิจารณาการออกแบบ ซึ่งโดยการทำงานจริงต้องทำตั้งแต่แรก

สถานการณ์ที่เหมาะสม

1.)ใช้เมื่อ การออกแบบก้าวหน้าดีแต่ไม่มีเวลาเพียงพอในการถอดแบบหาปริมาณที่ถูกต้อง หรือเมื่อการออกแบบยังไม่สมบูรณ์เพียงพอที่จะถอดแบบ

2.)เมื่อต้องการจะได้ประโยชน์จากใบเสนอราคาที่ละเอียดแต่ไม่มีค่าใช้จ่ายทั้งในรูปของเวลาและเงิน

4.2.2.3.3. การดำเนินงานที่ขึ้นอยู่กับตารางของอัตรา (Based on schedule of rates or admeasurement.)

ข้อดี

1.)ผู้ร่วมประมูลสามารถรู้ขอบเขตของงานที่ชัดเจนจากรายการในตาราง

2.)ผู้ร่วมประมูลสามารถประมาณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงได้แม่นยำ

ข้อเสีย

1.)กลุ่มผู้ร่วมสัญญาไม่สามารถแสดงความคิดเห็นในหน้าที่รับผิดชอบของตน

สถานการณ์ที่เหมาะสม

1.)เมื่อมีเวลาเป็นตัวบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3.4. การดำเนินงานที่ขึ้นอยู่กับแบบและรายการประกอบแบบ (Based on drawing and specification.)

วิธีนี้ใกล้เคียงกับวิธีที่4.2.2.3.1 แตกต่างกันตรงที่ไม่มีใบเสนอราคาให้กับผู้ร่วมประมูล เพราะผู้ร่วมประมูลจะต้องเตรียมขึ้นมาเองจากแบบก่อสร้างที่เตรียมไว้ให้ วิธีการนี้มีจุดมุ่งหมายให้ใช้กับงานขนาดเล็ก และสำหรับงานรับเหมาย่อย

ข้อกำหนดสำหรับการใช้วิธีนี้คือ ผู้ร่วมประมูลจะต้องได้รับแบบที่สมบูรณ์ของงานและรายการประกอบแบบครบถ้วน การออกแบบเกือบทั้งหมดจะต้องสมบูรณ์ก่อนการทำสัญญา

ข้อดี

1.) เวลาที่ใช้ในการเตรียมเอกสารการประมูลลดลง เนื่องจากไม่ต้องเตรียมใบเสนอราคา

2.)ผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการมองเห็นภาพความรับผิดชอบตามงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อเวลาทำสัญญา

ข้อเสีย

1.) ไม่มีการวิเคราะห์ข้อสรุปของการประมูล(แม้ว่าผู้ร่วมประมูลอาจขอให้มีการวิเคราะห์สรุปสัญญา หรือส่วนของการเสนอราคาประมูลในภายหลัง)

2.) เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงค่าในปัจจุบัน

สถานการณ์ที่เหมาะสม

1.) เมื่อโครงการมีขนาดค่อนข้างเล็ก

2.) เมื่อมีเวลาจำกัดและเจ้าของโครงการต้องการให้งานก่อสร้างเสร็จโดยเร็ว โดยจะใช้ประโยชน์จากใบเสนอราคาได้น้อยแต่ยังคงได้ประโยชน์จากการใช้สัญญาแบบรวมยอด (Lump- sum)

4.2.2.3.5. การดำเนินงานที่ขึ้นอยู่กับการชำระเงินคืนค่าใช้จ่าย (Based on prime cost or cost-reimbursements.)

บางที่ใช้คำว่า Prime cost หรือ Cost plus เพราะเป็นวิธีการจ่ายเงินโดยจ่ายคืนค่าใช้จ่ายหลัก (Prime cost) บวกกับค่าธรรมเนียมการจัดการให้แก่ผู้รับเหมา

Prime cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายรวมที่ผู้รับเหมาใช้ซื้อวัสดุ สินค้าและส่วนประกอบอื่นๆ ค่าเช่าเครื่องจักร และค่าจ้างคนงานเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้จะก่อให้เกิดความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ทางการเงิน ผู้ร่วมประมูลไม่ต้องระบุผลรวมของค่าใช้จ่าย และบางครั้งก็ยากที่จะประมาณค่าใช้จ่ายสุดท้ายได้

ข้อดี

1.) ใช้เวลาในการเตรียมการประมูลและการยื่นซองสั้นที่สุด ทำให้สามารถเริ่มงานก่อสร้างได้รวดเร็ว

2.) งานที่หน้างานอาจจะเริ่มก่อนที่แบบละเอียดจะสมบูรณ์

ข้อเสีย

1.) ผู้ร่วมสัญญาแต่ละกลุ่มจะรู้ถึงหน้าที่รับผิดชอบของตนเองน้อยที่สุด

2.) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เจ้าของโครงการต้องจ่ายจะมากกว่าสัญญาประเภอื่นๆ

3.) การคำนวณและการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายหลักทั้งหมดมีขั้นตอนที่ยาวนาน

สถานการณ์ที่เหมาะสม

1.) เมื่อมีเวลาน้อยและพิจารณาว่าค่าใช้จ่ายไม่สำคัญกว่าเวลา

2.) เมื่อเจ้าของโครงการ พอใจใช้ผู้รับเหมาที่เคยทำงานให้มาก่อนและมั่นใจในประสิทธิภาพการปฏิบัติหน้าที่ โดยเตรียมที่จะจ่ายคืนค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าเพื่อเป็นผลประโยชน์

3.) ใช้ในกรณีเร่งด่วน เช่น การซ่อมแซมโครงสร้างที่อยู่ในเกณฑ์อันตราย

4.) ใช้สำหรับสัญญาการบำรุงรักษา

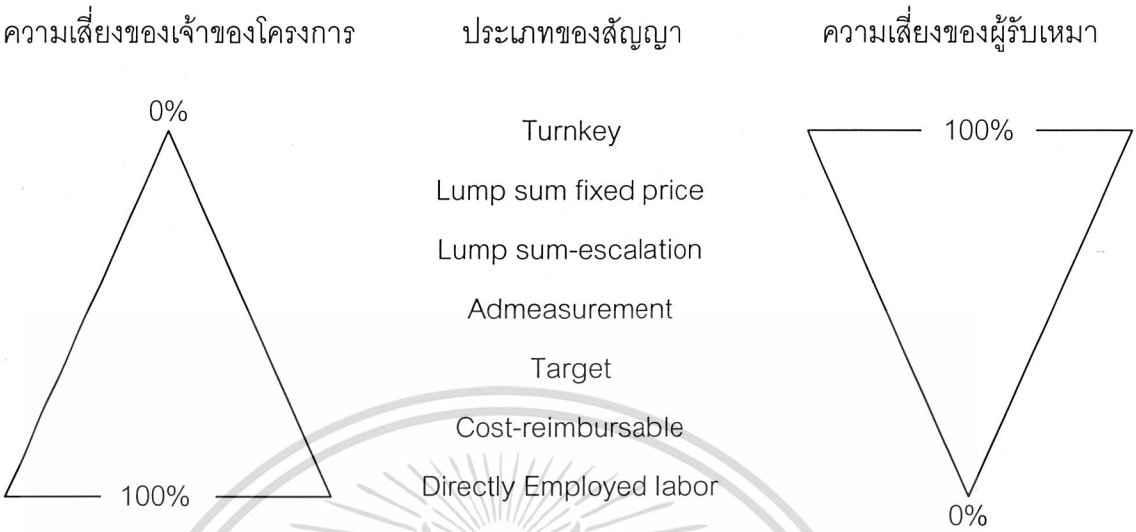
5.) ใช้สำหรับงานที่ต้องเลือกระหว่างเวลาที่ไม่เพียงพอกับการทำเอกสารสำคัญ

สรุปการดำเนินงานด้านสัญญา

ขั้นตอนการเลือกแบบของสัญญาเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะเป็นตัวกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบระหว่างผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการ หากไม่มีความชัดเจนในขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขั้นตอนต่อๆไปได้ ซึ่งอาจลุกลามไปถึงขั้นเกิดเป็นกรณีพิพาทระหว่างทั้ง 2 ฝ่าย ต้องให้คณะอนุญาโตตุลาการเป็นผู้ตัดสิน ทำให้เกิดผลกระทบต่อโครงการทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่าย

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า สัญญาแต่ละแบบจะทำให้เกิดความเสี่ยงกับเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาไม่เท่ากัน สามารถสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.4 ประเภทของสัญญาและการกระจายความเสี่ยง (CIRIA, 1977)

แผนภาพนี้จะเป็นจริงในกรณีที่ความเสี่ยงมีความชัดเจน และไม่มีความไม่แน่นอนอื่นๆแฝงอยู่

4.2.3 แนวทางการปฏิบัติในด้านการออกแบบ

แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

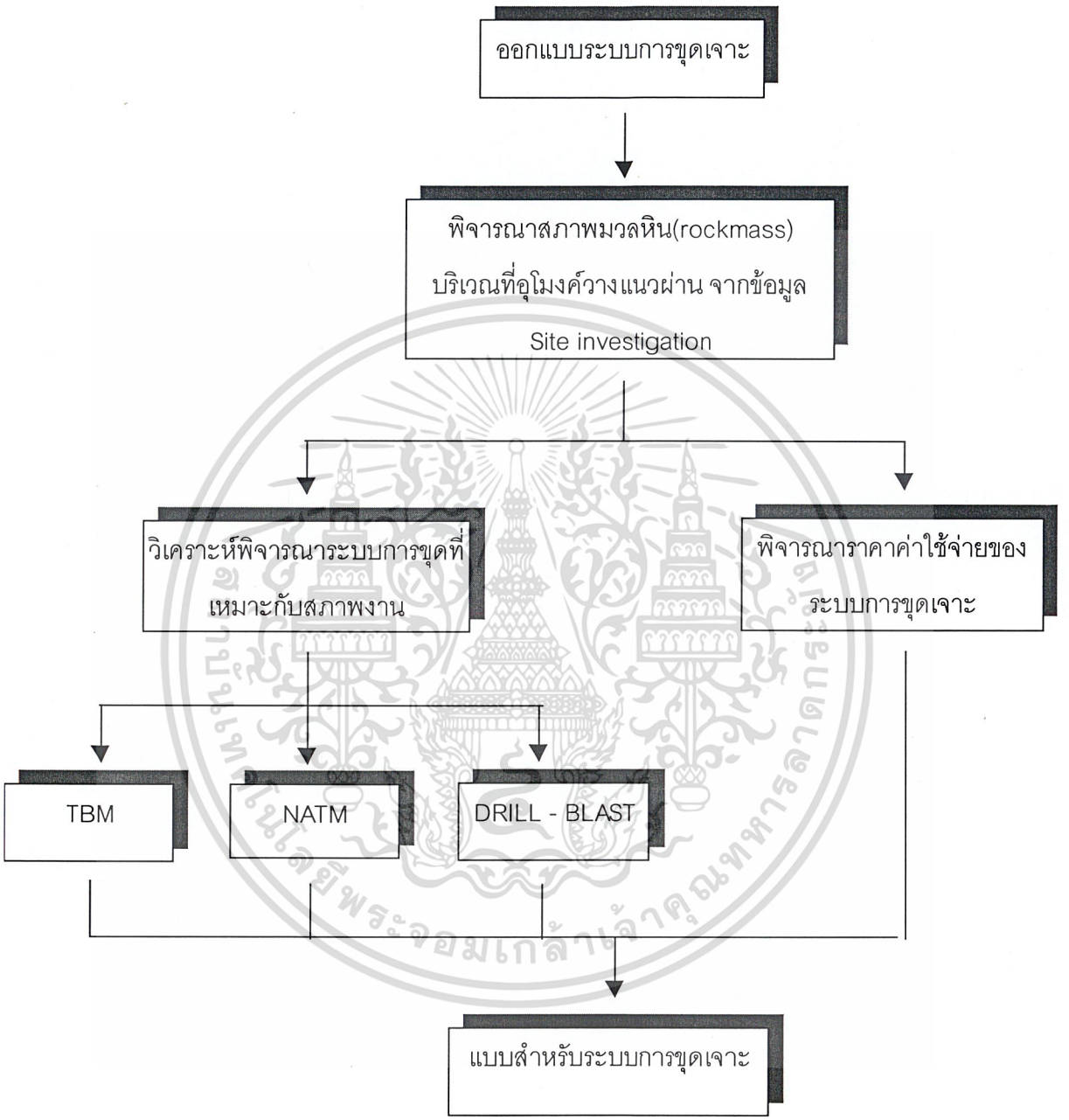
4.2.3.1 การออกแบบระบบขุดเจาะ (Design Excavation System)

4.2.3.2 การออกแบบระบบค้ำยัน (Design Support System)

4.2.3.3 การออกแบบระบบระบายน้ำ และระบบ Grouting (Design Drainage / Grouting System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1 การออกแบบระบบขุดเจาะ(Design Excavation System)



รูปที่ 4.5 Design Excavation System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1.1. พิจารณาสภาพมวลหิน (Rock Mass) บริเวณที่อุโมงค์วางแนวผ่าน

Site investigations อาจไม่สามารถชี้เฉพาะด้านความแข็งแรงของหินอย่างชัดเจนได้เท่ากับ เมื่อมีการขุดเจาะจริง และในระหว่างการก่อสร้างหินจะได้รับการพิสูจน์ว่าแข็งหรืออ่อนกว่าที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งมักทำให้เกิดการเรียกร้องค่าชดเชย (Claims) ขึ้นมาระหว่างการขุดเจาะอุโมงค์ที่มีความยากลำบากในการขุดเจาะ รายงาน Site investigations ถ้าถูกพิจารณาผลการทดสอบอย่างไม่สมบูรณ์ จะเป็นผลให้ความแข็งแรงของหินสูงหรือต่ำเกินไป ซึ่งรายงานควรมีการวิเคราะห์อย่างมีเหตุมีผล ชัดเจน สมบูรณ์ มีการบันทึกที่มีประสิทธิภาพ และ ในการจำกัดความว่า "หินมีสภาพดี" "หินมีสภาพปานกลาง" หรือ "หินมีสภาพที่เลว" มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องจำกัดความอย่างระมัดระวัง ควรที่จะหลีกเลี่ยงความสงสัยไม่แน่ใจในการบอกจำนวนตัวเลข รวมทั้งรายงานควรที่จะบรรจุตารางที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับตัวเลขและการอ้างถึงความสัมพันธ์ของแหล่งทรัพยากรสาธารณะ

4.2.3.1.2. วิเคราะห์พิจารณาระบบขุดเจาะที่เหมาะกับสภาพงาน

ความต้องการของงานขุดเจาะอุโมงค์ คือ

1.) เกิดความสูญเสียหรือเสียหายที่พื้นผิวและผนังของอุโมงค์น้อยที่สุด

2.) เกิดผลกระทบจากการสั่นสะเทือนของหินรอบข้างและอุโมงค์ข้างเคียงน้อยที่สุด

3.) เกิด Overbreak น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

4.) เกิดหินหล่นในบริเวณ Fault Zone น้อยที่สุด

5.) ความแข็งแรงของหินตามธรรมชาติควรได้รับการป้องกันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

6.)ระบบการขุดเจาะควรถูกควบคุมและปรับเปลี่ยนตามสภาพหินโดยการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องของการทรุดตัวและความเค้น

7.)บริเวณรอบๆของมวลหินที่ขุดควรถูกรบกวนให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในระหว่างการขุด

8.) ควรพิจารณาความเร็วของการขุดเจาะ(Drilling Speed) และความต้านทาน(Resistivity) ของมวลหิน (T.Matsui & S.G.Park , S.Sakamoto & J.Kanata , A. Daikoku)

ควรมีเหตุผลที่ดีที่จะเลือกวิธีที่มีความสามารถในขุดเจาะอุโมงค์ หรือเลือกระบบที่ง่ายต่อการเคลื่อนที่ สำหรับการเปรียบเทียบกรณีการขุดเจาะแบบMachine และแบบ Conventional สำหรับผู้เสนอประมูลที่ทำการเสนอวิธีที่ใช้ Machine ในการขุดเจาะ ควรได้รับการประมาณปริมาณ Primary Support ที่อาจจะถูกลดปริมาณได้โดยการหาจำนวนมาก่อนโดยเจ้าของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการขุดอุโมงค์ในหินมี 3 วิธี คือ

1.) TBM

- เหมาะกับหินที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันดี และมีคุณสมบัติที่ดีเพียงพอ
- เหมาะสำหรับอุโมงค์มีหน้าตัดเป็นวงกลมเท่านั้น
- มีราคาค่าก่อสร้างเริ่มแรก (Pre-excavation) สูง
- ไม่ควรใช้เมื่ออุโมงค์มีการเบนเข้าหากัน มีแนวเปลี่ยนไปมา หรือมีการปรับปรุงพื้นผิว อุโมงค์อย่างทันที
- ประหยัดเนื่องจากมีการเสริมความมั่นคงของหินในขอบเขตที่ไม่มาก

2.) NATM

- เหมาะกับสภาพธรณีมีการเปลี่ยนแปลงมาก
- เหมาะกับอุโมงค์ที่มีแนวเบี่ยงเบนไปจากทิศเดิมหลายๆทาง
- เหมาะกับการใช้สำหรับอุโมงค์ในชั้นหิน และมีการเพิ่ม Primary Support
- มีความปลอดภัยสูง แต่ช้ากว่าวิธีอื่น
- มีความต้องการต่างๆมากกว่าวิธีอื่น และมี Support มากกว่า ทำให้เกิดการเรียกร้องค่าชดเชย ในโครงการใหญ่ๆ

3.) DRILL AND BLAST

- ใช้ได้กับรูปหน้าตัดหลายๆแบบ
- เหมาะกับสภาพธรณีมีการเปลี่ยนแปลงมาก
- ประหยัด Rock Bolt เมื่ออยู่ในสภาพหินที่ดี
- ช้าเมื่อหินมีสภาพที่ไม่ดี

(Elwyn, H.king ,Mr. Pipat Laowattanabandit)

4.2.3.1.3. พิจารณาราคาค่าใช้จ่ายของระบบการขุดเจาะ

ราคาสำหรับงานขุดอุโมงค์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก มีการจ่ายสำหรับงานขุดอุโมงค์สัมพันธ์กับเส้น Pay line โดยแบ่งเป็น A line และ B line

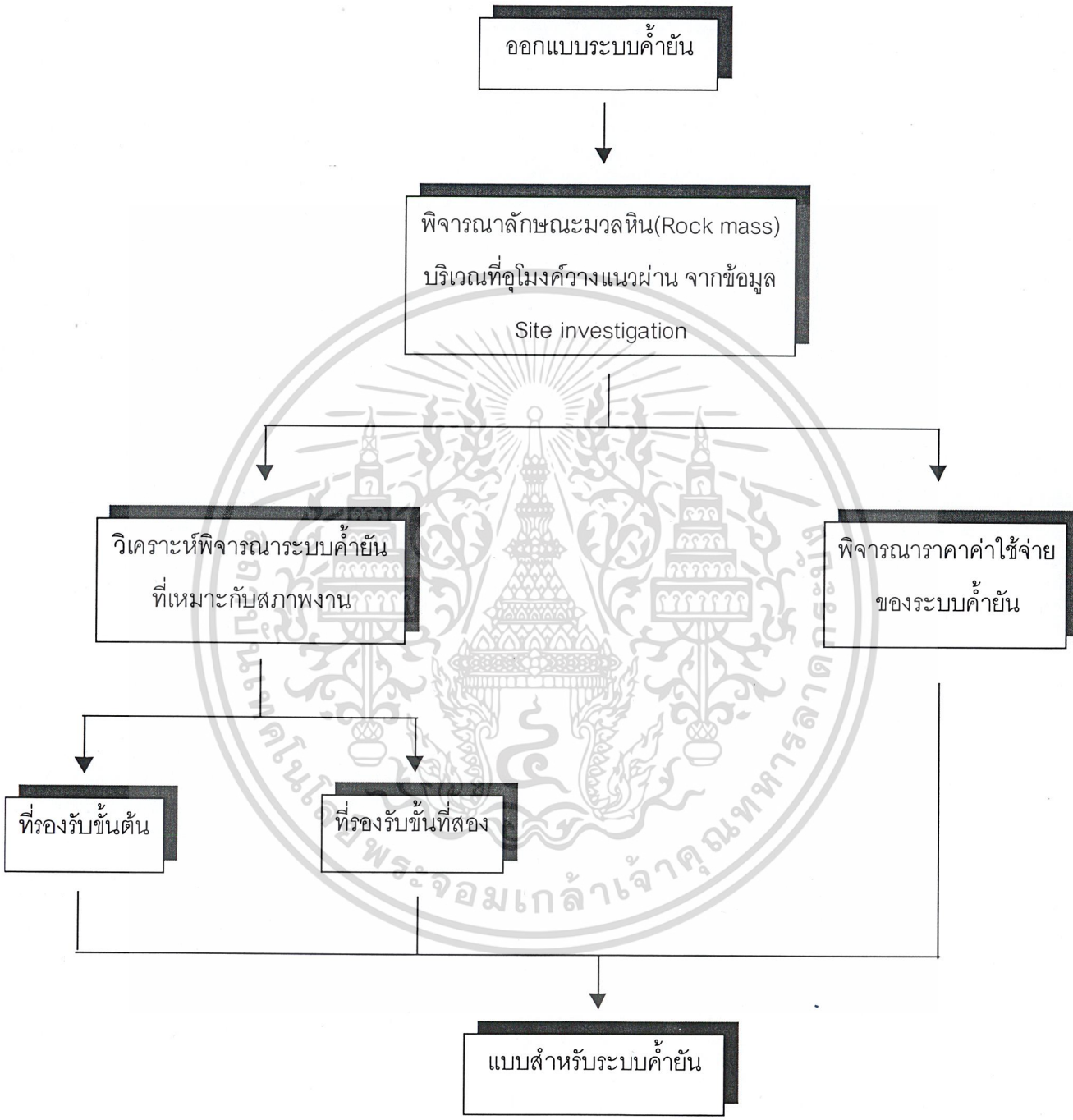
"A line" คือเส้นบนแนวการขุดโดยปราศจากการทรุดตัว ไม่มีที่รองรับยกเว้น ที่รองรับเหล็ก

"B line " คือเส้นที่จำกัดการวัดสำหรับการจ่ายของการขุดที่ถูกทำขึ้น

(Robert V.Proctor M.E.and Thomas L. White P.E. Karl Terzaghi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 การออกแบบระบบค้ำยัน (Design Support System)



รูปที่ 4.6 Design Support System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้รับเหมาและที่ปรึกษา ควรร่วมกันตัดสินใจอย่างต่อเนื่องตลอดในการตัดสินใจในมาตรการของค้ำยัน (Support) ที่จำเป็นสำหรับสภาพมวลหินในบริเวณที่อุโมงค์วางแนวผ่านซึ่งผู้รับเหมาต้องการให้เป็นการทำงานที่คุ้มค่าและปลอดภัย ส่วนที่ปรึกษาซึ่งเป็นตัวแทนของฝ่ายเจ้าของงานต้องการดำเนินงานก่อสร้างเพื่อให้ได้ราคาที่น่าพอใจที่สุด

วิศวกรทางฝ่ายเจ้าของงานที่ขาดประสบการณ์ ควรที่จะได้รับคำแนะนำจากผู้รับเหมาจำนวนมากๆราย ระหว่างคาบเวลาของกระบวนการสัญญา การออกแบบค้ำยัน (Support) ควรที่จะรู้สภาพธรณีและสภาพมวลหินเป็นอย่างดี การแบ่งประเภทของมวลหินจะสามารถใช้ในการประมาณการออกแบบค้ำยัน (Support) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.3.2.1. พิจารณาสภาพมวลหิน (Rock mass) บริเวณที่อุโมงค์วางแนวผ่าน

ลักษณะของสภาพทางธรณีที่ควรมีระบบค้ำยัน

1.) โครงสร้างทางสภาพธรณีที่เป็นผลร้ายกับการก่อสร้าง เช่น Discontinuities เป็นต้น

2.) ความเค้น (Stress) ในมวลหินสูงเกินไป

3.) มีการเปลี่ยนแปลง (Weathering) และการบวมตัว (Swelling)

4.) มีความดันน้ำส่วนเกินในชั้นหินส่วนเกินหรือการไหลของน้ำในชั้นหิน

4.2.3.2.2. วิเคราะห์พิจารณาระบบค้ำยันที่เหมาะกับสภาพงาน

ค้ำยันในชั้นหินแบ่งออกเป็น

1.) Primary Support ถูกออกแบบโดยผู้ว่าจ้างและถูกใช้กับเอกสารการประมูล ใช้ระหว่างหรือทันทีหลังการขุด เพื่อทำให้เกิดความแน่ใจในความปลอดภัยในการขุดที่ตามมาภายหลัง ช่วยรักษาความแข็งแรงของมวลหินโดยควบคุมขอบเขตการเคลื่อนตัวของมวลหินซึ่งถูกควบคุมโดยผู้ควบคุมดูแล (Superintendent) ควรจัดทำแบบที่เป็นทางเลือกซึ่งสามารถถูกรวมในสัญญาได้ เช่น ควรจัดทำแบบสำหรับ Lining เป็น 2 ทางเลือก คือ

*"Rapid tunnel lining" ถูกใช้เมื่อสภาพหินสามารถรองรับได้ด้วยตัวมันเอง

*"Standard bolted concrete" ใช้เมื่อมีการทำงานที่มีสภาพธรณีที่ไม่สามารถรองรับได้ด้วยตัวมันเอง

(Sir Alan Muir Wood , C.J K irkland , Sir William Halcrow and Partners)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ Primary Support : Primary lining Shotcrete Steel Support Rock Bolt และ Wire Mesh

2.) Secondary Support ทำการติดตั้งต่อมาภายหลังจาก Primary Support ทำเสร็จแล้ว ชนิดของ Secondary Support : Full concrete lining และ Concrete lining

ข้อควรพิจารณาเลือกระบบค้ำยัน

1.) ขนาด ทิศทาง และรูปร่างของอุโมงค์

2.) หน้าที่การใช้งานของอุโมงค์

3.) การเสริมความแข็งแรง(Reinforcement)ควรติดตั้งปิดผิวหน้าหลังจากทำการขุดเจาะ (Excavation) แล้ว

4.) ควรมีการเชื่อมประสานระหว่างมวลหิน และ Reinforcement ที่ดี

5.) ค้ำยันควรหลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้าย

6.) ระบบค้ำยันควรง่ายต่อการปรับเปลี่ยนต่อสภาพที่เปลี่ยนแปลงของมวลหินและหน้าตัด ของการขุด

7.) ควรจัดให้ระบบค้ำยันมีการกีดขวางการทำงานอื่นให้น้อยที่สุด

8.) การทรุดตัวของค้ำยันควรสอดคล้องกับการเคลื่อนตัวของผิวการขุด

9.)ระบบค้ำยันควรที่จะช่วยป้องกันการเสื่อมลงของคุณสมบัติทางกลของมวลหินกับเวลา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง

10.)ช่วงเวลาระหว่างการระเบิดกับการทำ Reinforcement ควรน้อยที่สุด ค้ำยันชั่วคราว (Temporary Support) ควรติดตั้งให้เร็วที่สุดเพื่อไม่ให้หินหล่นจากตำแหน่งเดิม หลังจากเวลาที่เหมาะสมแล้วค้ำยันแบบถาวร (Permanent Support) ควรจะถูกติดตั้งตามวิธีที่ได้พิจารณา (B.H.G. Brady and E.T. Brawn)

11.)ปัญหาที่สำคัญ คือการเพิ่มของความดันน้ำในชั้นหินการทำ Concrete lining และSupport อื่นๆควรได้รับการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2.3. พิจารณาราคาค่าใช้จ่ายของระบบค้ำยัน

ราคาของค้ำยัน (Support) มีการเปลี่ยนแปลงมาก ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงจากธรรมชาติ ขอบเขตของงานค้ำยันที่จำเป็น และยังขึ้นกับผลที่ตามมา (เมื่อมาตรการค้ำยันมีประสิทธิภาพ) ดังนั้นการเลือกมาตรการค้ำยันที่ปลอดภัยเป็นเกณฑ์การแบ่งแยกประเภทของการพิจารณาราคา จึงเป็นหนทางที่ดี

การแบ่งแยกประเภทถูกตัดสินโดย ธรรมชาติ (Natural) และขอบเขตของมาตรการค้ำยัน คือ

- Rock bolt
- Shotcrete
- Steel support
- Concrete lining

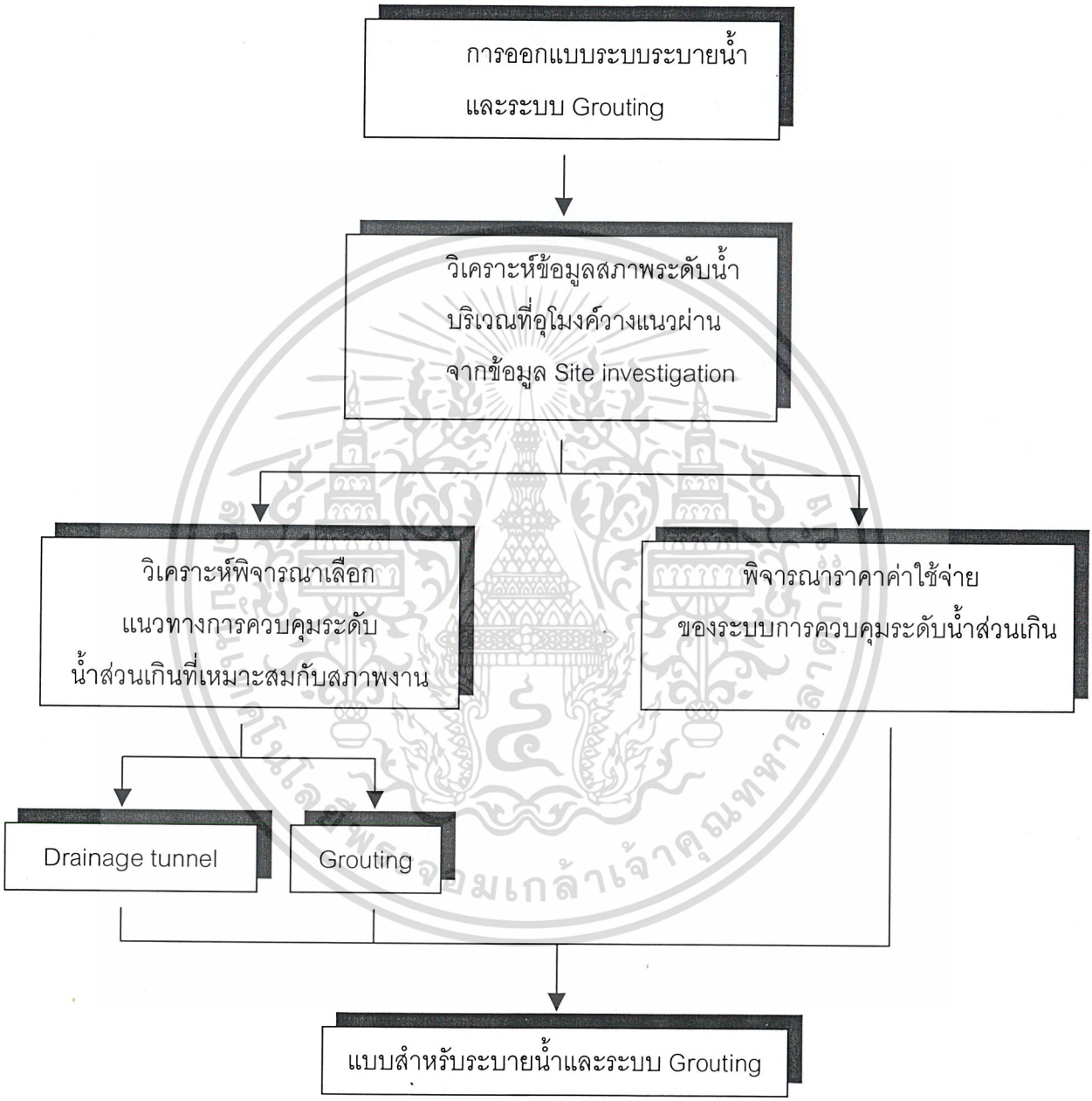
และ ตำแหน่ง (Location) ซึ่งเป็นผลทางอ้อมกับเวลา เมื่อการทำงานเริ่มขึ้น คือ

- At the face
- In the main working area
- Behind working area

ถ้าค้ำยันเหล็ก(Steel support) ถูกติดตั้งทันทีหลังการขุด ถือว่าเป็นประเภทชั้นที่สูง (High-Class) กว่าการติดตั้งภายหลังในพื้นที่ Behind working area และการป้องกันที่ดีกว่าในการทำระบบค้ำยันจัดเป็นงานที่มีระดับการค้ำยันที่สูงกว่าและราคาก็สูงกว่า ราคาด้านตำแหน่ง (Location) ไม่ถูกรวมในราคาของค้ำยัน Rock bolt จะคิดเป็นต่อจำนวนชั้น Shotcrete จะคิดเป็นต่อ ลบ.ม. (หรือ ตร.ม. ตามความหนา) Steel support จะคิดเป็นต่อตัน (Rudolf E. PFISTER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 การออกแบบระบบระบายน้ำและระบบ Grouting



รูปที่ 4.8 การออกแบบระบบระบายน้ำและระบบ Grouting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของการขุดอุโมงค์ในชั้นหินที่พบทั่วไปคือการไหลของน้ำในปริมาณมากและมีระดับน้ำในชั้นหินที่สูงจึงควรที่จะมีการนำน้ำส่วนเกินเหล่านี้ออกจากพื้นที่ที่ทำงานผู้ออกแบบควรที่ดำเนินการที่เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการก่อสร้างและปัญหาจากความดันน้ำส่วนเกินในระยะยาว (Elwyn, H.king.)

4.2.3.3.1. วิเคราะห์ข้อมูลสภาพระดับน้ำบริเวณที่อุโมงค์วางแนวผ่าน

ถ้าเกิดน้ำในชั้นหินไหลเกินมาซึ่งเกินความสามารถของความจุที่สมเหตุสมผลสำหรับการระบายน้ำโดยแรงโน้มถ่วง ในเอกสารสัญญาจะครอบคลุมความเป็นไปได้ของความดันการ Grouting รอบๆ พื้นที่ตามขวางหรือตามยาวของเส้นทางหรือในเอกสารสัญญาจะครอบคลุมความเป็นไปได้ของการเจาะอุโมงค์เพื่อระบายน้ำ อย่างไรก็ตามการที่ทำจะต้องถูกควบคุมอย่างใกล้ชิด

4.2.3.3.2. วิเคราะห์พิจารณาเลือกแนวทางการควบคุมระดับน้ำส่วนเกิน

ควรจะมีการเลือกวิธีที่จะทำการขจัดน้ำส่วนเกินออกไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสมเหตุสมผลโดยพิจารณาข้อมูลจาก Site investigation ที่ประเมินสภาพชั้นหินและระดับน้ำ และควรมีมาตรการควบคุมระดับน้ำที่เหมาะสมกับสภาพชั้นหินของโครงการ รวมทั้งผลกระทบที่มีความเป็นไปได้ที่จะตามมาภายหลัง

แนวทางแก้ไขปัญหาด้านน้ำในชั้นหินส่วนเกินมี 2 วิธีคือ การ Grouting และ Drainage tunnel ซึ่งอาจจะสามารถใช้ร่วมกันได้ โดยพิจารณาตามความเหมาะสม

1) Grouting สำหรับอุโมงค์ในชั้นหินมีแนวทางพื้นฐาน 3 แบบคือ Pre-grouting, Contact grouting และ Consolidation grouting

- Pre-grouting จะชี้เฉพาะสำหรับกรณีที่เกิดน้ำในชั้นหินอย่างมาก ในกรณีนี้ผู้ควบคุมดูแลอาจจะขุดโดยตรงลงไปในพื้นที่ที่มีการไหลของน้ำ และทำการ Pre-grouting หินรอบๆส่วนที่มีการไหล

- Contact grouting ควรทำหลังจากที่ได้ทำ Concrete lining ครั้งสุดท้ายแล้วอย่างน้อย 2 อาทิตย์ เนื่องจากต้องมีการพิจารณาส่วนของ Lining ให้สมบูรณ์ก่อน โดยการอัดฉีดสาร-ละลายเข้าไปในช่องว่าง หรือรูของหิน เป็นการเชื่อมโดยตรงระหว่าง Lining และ ผิวของหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Consolidation grouting เป็นการอุดช่องว่างโดยการเจาะรูในผนังแล้วทำการฉีดสารละลายเข้าไป ทำให้โครสร้างมีลักษณะทึบน้ำและมีความมั่นคงขึ้น

การ Grouting จะช่วยให้ควบคุมน้ำในชั้นหิน ลดการซึมของน้ำ ควบคุมรูปแบบของโครงสร้าง ปรับปรุงความมั่นคงของมวลหิน และลดปัญหาของการไหลของน้ำ

2) Drainage tunnel

ใช้ในกรณีที่ต้องการระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำงานจำนวนมาก หรืออาจใช้ในกรณีที่น้ำส่วนที่เกินเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูง (Elwyn, H.king.)

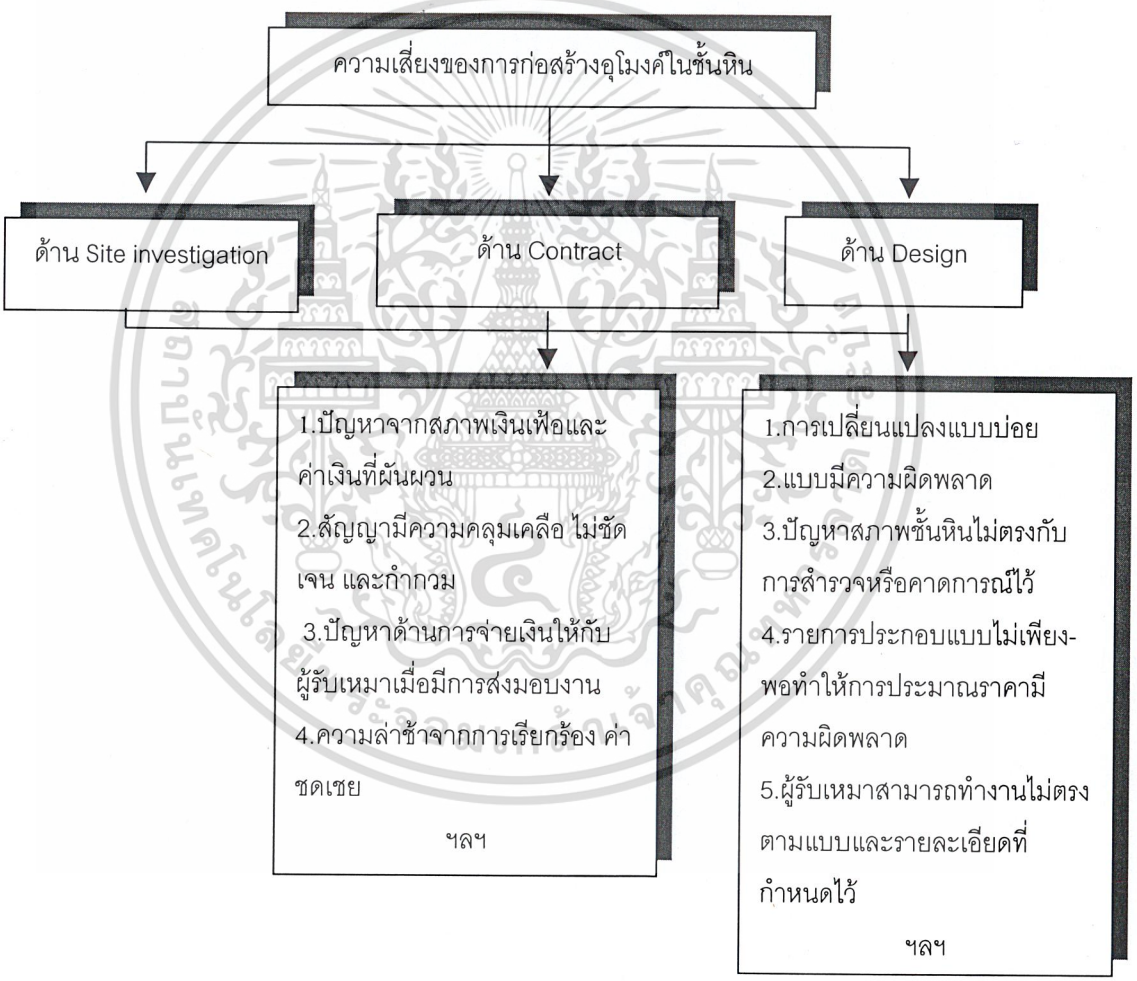
4.2.3.3.3. พิจารณาราคาค่าใช้จ่ายของระบบการควบคุมระดับน้ำส่วนเกิน

การจ่ายสำหรับการระบายน้ำส่วนเกินที่อยู่ในอุโมงค์ ถูกพิจารณารวมในราคาประมูลสำหรับการขุดในชั้นหิน ซึ่งจะถูกจ่ายในราคาประมูลในความตกลงกับรายการที่เหมาะสมโดยการพิจารณาจากปริมาณของสารละลายที่ใช้และค่าใช้จ่ายในการขุดอุโมงค์ระบายน้ำในกรณี Grouting และ Drainage tunnel ตามลำดับ การลดน้ำส่วนเกินนี้ทำให้ราคาโครงการสูงขึ้น เนื่องจากการทำให้เวลาก่อสร้างอุโมงค์ล่าช้าผู้ออกแบบควรที่จะพิจารณาราคาค่าใช้จ่ายและกำไรอย่างรอบคอบละเอียดให้มากที่สุด เท่าที่จะสามารถคาดการณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและเสนอแนะ

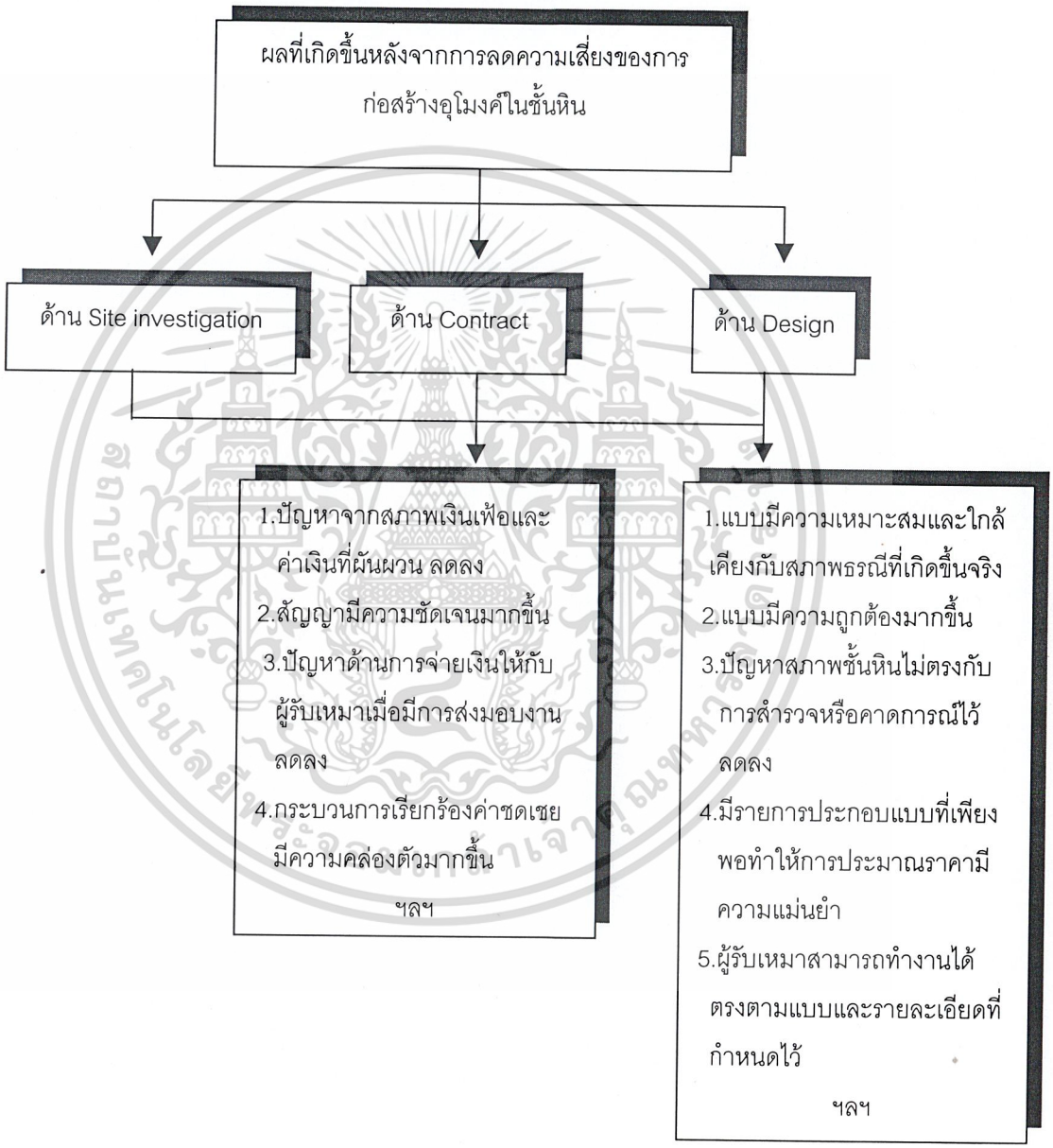
จากกรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ พบว่ามีความเสี่ยงและปัญหาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถแบ่งตามที่มาของความเสี่ยงเหล่านี้ได้ 3 ด้าน คือ ด้านSite investigation ด้านสัญญา และด้านการออกแบบ ในแต่ละด้านมีความเสี่ยงที่สำคัญดังนี้



รูปที่5.1 ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างอุโมงค์ในด้าน Site investigation, Contract และ Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความเสี่ยงที่เกิดขึ้นหากได้มีการวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงทั้งทางด้าน Site investigation ด้านสัญญา และด้านการออกแบบ จะทำให้สามารถลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน เป็นผลให้ลดความสูญเสียทางด้านความล่าช้าและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น



รูปที่5.2 ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างแนวทางปฏิบัติงานของโครงการ ฯ และ ต่างประเทศ

แนวทางปฏิบัติ	โครงการฯ	ประเทศอังกฤษ	ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
<u>ด้าน Site investigation</u> 1. ปริมาณการปฏิบัติงาน 2. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2-3 % ของมูลค่าโครงการ 2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 2.2 การสำรวจเบื้องต้น 2.3 การประเมินผลข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือ บริษัทที่ปรึกษา 2.4 การสำรวจเพื่อการออกแบบ	0.1-7.5 %ของมูลค่าโครงการ 2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 2.2 การสำรวจเบื้องต้น 2.3 การประเมินผลข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือ บริษัทที่ปรึกษา 2.4 การสำรวจเพื่อการออกแบบ	
<u>ด้านสัญญา</u> 1. สภาพของสัญญา 2. ชนิดของสัญญา 3 . การดำเนินงาน	FIDIC Admeasurement Based on Bill of Approximate Quantities	ICE form Admeasurement Based on Bill of Approximate Quantities	
<u>ด้านการออกแบบ</u>	พิจารณาวิธีขุดเจาะ ค้ำยัน ระบายน้ำ ที่เหมาะสมกับสภาพธรณีที่อุโมงค์วางแนวผ่าน	พิจารณา โดยจัดทำแบบ เผื่อในกรณีต่างๆ และพิจารณาวิธีขุดเจาะ ค้ำยัน ระบายน้ำ ที่เหมาะสมกับสภาพธรณีที่อุโมงค์วางแนวผ่าน	พิจารณาวิธีขุดเจาะ ค้ำยัน ระบายน้ำ โดย แบ่งตาม Natural Extent of the support meassure and location

หนังสืออ้างอิง

ดร.บุญเทพ นาเนกรังสรรค์ ;" Foundation Engineering and Tunneling"

จักรกฤษณ์ กาลจักร และ ธำรงค์ พันธุ์สุระ ;"เทคนิคการก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ กรณีศึกษา โครงการโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับลำตะคอง"

ฝ่ายก่อสร้างพลังน้ำ กฟผ.;"รายงานประจำปี 2539 – 2540 โครงการโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับลำตะคอง "

B.H.G. Brady and E.T. Brawn. "Rock Mechanics For underground mining" ,2nd ED. Chapman & Hall, Australia: 288,1993

"Building Procurement-traditional Methods", Contract Practice for Surveyors: 11-25,1995.

CIRIA, Tunneling Improved Contract Practices: 1-14,1977.

EGAT Bidding Documents of Lam Ta Khong Pumped Storage Project.

EGAT (1996) General Description and Drawings of Lam Ta Khong Pumped Storage Project

Elwyn, H.king. "Rock tunnels", Parsons Brinckerhoff Quade & Douglass, Inc: 139,141-142

Golser, J. and Mussger, K. "The New Austrian Tunneling Method (NATM), Contractual Aspects": 387-392.

Jacobs, J.Donovan"Risk In Tunnel Construction": 349-352

Jamal F. Al-Bahar and Kelth C. Crandall ."Systematic risk management approach for Construction project"

Jones, M.J."Tunneling Hazards And Risk-sharing", Tunnelling'85: 295-299,1985.

Joyce, M.D."Site Investigation Practice",1982

Sir Alan Muir Wood , C.J K irkland , Sir William Halcrow and Partners. "Tunneling hazard and risk-sharing". London, England. :400

Kuesel, T.R."Tunneling Construction Contracting": 541-544.

Marija, J.N."SPSS Professional Statics 6.1,1994

Murdoch, J. and Hughes, W."Contract Selection", Contract Practice For Surveyors: 321-335,1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rudolf E. PFISTER , "Contractual share of risk for underground work" , Switzerland

Polla, J., Kahoren, Y. and Raudasmaa, P."Geotechnical Maps, Risk Management and Vibration Limits in Tunneling in Helsinkii": 341-346.

Powell, G.E. and Iran, T.Y."Slope Remedial Works in Weathered Rocks for Risks: 347-353.

Robert V.Proctor M.E.and Thomas L. White P.E. "Steel Tunneling with Steel Supports" With an Karl Terzaghi " Introduction to tunnel Geology"

Spittel, Luis A."Tunneling Cost Reduction", Tunneling Cost Analysis: 41-49,1971.

T.Matsui & S.G.Park , S.Sakamoto & J.Kanata , A. Daikoku ."Verification of resistivity-based high-density prospecting a pplied to mountain tunnelling", Japan

Mr. Pipat Laowattanabandit. "Term paper on Design and Construction of Subway Tunnels and stations", School of Civil Engineering Asian Institute of Technology ,AIT.

Lin, Teng-Hsien."Risk Management and Its Application in a Turnkey Project: A Case Study of A Railway Tunneling Project in Taiwan", School of Civil Engineering Asian Institute of Technology , AIT, 1995.

Loakhongthavorn, Laemthong."Recurrent Risk Assessment For Bangkok High-Rise Building Project", School of Civil Engineering Asian Institute of Technology ,AIT., 1998.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

ส่วนที่หนึ่ง : ข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่สอง : ความคิดเห็นเรื่องปัญหา

ส่วนที่หนึ่ง ข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผู้กรอกแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดกรอกข้อความในช่องว่างที่เหมาะสมตามความเป็นจริง หรือเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความ

1.ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม_____นามสกุล_____

2.เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง อายุ_____ปี

3.ตำแหน่ง_____

4.ความรับผิดชอบ_____

5.สังกัดหน่วยงาน_____

6.การศึกษาขั้นสูงสุด

( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาโท

( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาเอก

7.ประสบการณ์การทำงานในด้านก่อสร้างอุโมงค์

( ) โครงการนี้โครงการแรก ( ) เคยทำงานทางด้านนี้มาก่อนหน้านี้____ปี

8.ประสบการณ์การทำงานในด้านก่อสร้างอุโมงค์ในชั้นหิน

( ) โครงการนี้โครงการแรก ( ) เคยทำงานทางด้านนี้มาก่อนหน้านี้____ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ส่วนที่สอง</u> ความคิดเห็นเรื่องปัญหา

คำชี้แจงที่ 1 โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง เพื่อระบุ<u>ระดับความถี่</u>ในแต่ละปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน

-ระดับความถี่

สูง หมายความว่า เกิดขึ้นกับโครงการบ่อยครั้งหรือปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือน

ปานกลาง หมายความว่า เกิดขึ้นกับโครงการบ้างหรือปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อ 3 เดือน

ต่ำ หมายความว่า แทบจะไม่ค่อยเกิดขึ้นกับโครงการหรือเกิดขึ้นอย่างน้อย1 ครั้งต่อ 6 เดือน

ไม่มี หมายความว่า ไม่เคยเกิดขึ้นเลยกับโครงการ

คำชี้แจงที่ 2 : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง เพื่อระบุ<u>ผลกระทบ</u>ในแต่ละปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน

-ระดับผลกระทบ

สูง หมายความว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่องานหลายๆด้านที่มีอิทธิพลกับสายงานวิกฤต เช่น งานระเบิด, งานค้ำยัน หรือ งานคอนกรีต เป็นต้น มากไปกว่านี้ยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดเลี่ยงงาน หยุดงานหรือก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการเงิน ซึ่งเป็นสาเหตุของความสูญเสียทั้งทางด้านการเงิน และเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปานกลาง หมายความว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่องานที่ไม่ใช่สายงานวิกฤต และไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้งานทั้งหมดหยุดลง แต่ก็เป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียทางค่าใช้จ่าย และเวลาบ้าง

ต่ำ หมายความว่า เหตุการณ์ที่ไม่ค่อยเกิดขึ้น และมีผลกระทบต่องาน แต่สามารถละเลยปัญหาเหล่านี้ได้ เพราะไม่ใช่สาเหตุของความล่าช้า และค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
1.ภัยทางธรรมชาติ							
* น้ำท่วม							
* แผ่นดินไหว							
* ความเสียหายจากระดับน้ำใต้ดิน							
* ความเสียหายจากลม							
* ความเสียหายจากฝน							
* ไฟไหม้							

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
2.สภาพแวดล้อม สุขภาพ และสังคม							
* ปัญหาการเวณคืนที่ดิน							
* ปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจเนื่องจากฝุ่นจากการทำงาน							
* การชุมนุมประะท้วงต่อต้านการก่อสร้าง							
* การก่อสร้างก่อปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม							
* ความผันผวนทางการเมืองส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน							
* พนักงานไม่ปฏิบัติตามระบบป้องกันความปลอดภัยที่ กำหนดไว้							

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
3.สภาพเศรษฐกิจ และ การเงิน							
* สภาพเงินเฟ้อ และ ค่าเงินที่ผันผวน							
* ผู้รับเหมาขาดสภาพคล่องทางการเงิน							
* เจ้าของมีแหล่งเงินทุนที่เพียงพอมาใช้ดำเนินการ							
* ปัญหาด้านการจ่ายเงินงวดให้กับผู้รับเหมา เมื่อมีการส่งงาน							

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
4.แบบก่อสร้าง							
* การเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย							
* แบบมีความผิดพลาดทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน							
* รายละเอียดประกอบแบบไม่เพียงพอไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดความ							
ผิดพลาดในการประมาณราคา							
* วิศวกรไม่มีความสามารถในการปฏิบัติตามแบบ							
* แบบมีความครุมเครือ ไม่ชัดเจน							
* แบบไม่มีความสมบูรณ์ และไม่มีความสิ้นสุด							
* ความผิดพลาดในใบปริมาณงาน							

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
5.การก่อสร้าง และสัญญา							
* ปัญหาสภาพชั้นหินไม่ตรงกับการสำรวจหรือคาดการณ์ไว้							
* การพังทลายของชั้นหิน							
* เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ เสียบ่อย							
* ปัญหาที่เกิดจากการเลือกใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสม							
* อะไหล่เครื่องจักรหายาก และราคาสูง							
* ขาดบุคคลากรในการควบคุมงาน							
* การหมุนเวียนแรงงานในระยะเวลาสั้นทำให้ประสิทธิการทำงานต่ำ							
* การใช้แรงงานต่างชาติส่งผลกระทบต่อการสื่อสารในการทำงาน							
* ขาดแคลนแรงงาน และ คุณภาพของแรงงาน							
* ปัญหาจากคนงานเกิดการทะเลาะวิวาท							
* บริษัทที่ปรึกษามีประสบการณ์ด้านงานอุโมงค์ในหินต่ำ							
* ปัญหาจากการขาดแคลนวัสดุในการก่อสร้าง							
* ประสิทธิภาพของผู้รับเหมาในการดำเนินการต่ำ							
* ผู้รับเหมาทำงานไม่ตรงตามตามแบบและรายละเอียดที่กำหนดไว้							

ปัญหาที่เกิดขึ้น	ระดับผลกระทบ			ระดับความถี่			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
5.การก่อสร้าง และสัญญา							
* ผู้รับเหมาไม่สามารถดำเนินงานให้ตรงตามแผนหรือโปรแกรมได้							
* กระบวนการยุติธรรมใช้เวลานาน							
* ขั้นตอนการอนุมัติแก้ไขปัญหาใช้เวลานาน							
* ปัญหาเนื่องจากระยะเวลาการทำงานไม่เพียงพอ							
* ความล่าช้าจากขั้นตอนการเรียกร้องค่าเสียหาย							
* สัญญาครุมเครือ ไม่ชัดเจน และกำกวม							
* ขาดบุคคลากรที่มีความชำนาญงานด้านสัญญาระหว่างประเทศ							
* ระบบการบันทึกไม่มี หรือมีแต่ขาดประสิทธิภาพ							

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์โดย Factor analysis

ระดับความถี่

- Descriptive Statistics
- Reproduced Correlation
- Total Variance Explained
- Component matrix
- Rotated Component matrix
- Component Score Coefficient Matrix

ระดับผลกระทบ

- Descriptive Statistics
- Reproduced Correlation
- Total Variance Explained
- Component matrix
- Rotated Component matrix
- Component Score Coefficient Matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	Analysis N	Missing N
B2	2.62	.51	13	0
B4	2.08	.28	13	0
C1	2.69	.75	13	0
C2	3.08	.76	13	0
D1	2.62	.51	13	0
D2	2.08	.28	13	0
E1	2.00	.41	13	0
E13	2.23	.83	13	0
E14	2.00	.58	13	0
E15	3.15	.69	13	0
E16	2.08	.64	13	0
E17	2.08	.49	13	0
E19	2.31	.63	13	0
E3	2.00	.58	13	0
E5	2.23	.44	13	0
E8	2.15	.80	13	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reproduced Correlations

		B2	B4	C1	C2	D1	D2	E1	E13	E14	E15	E16
Reproduced Correlation	B2	.947[b]	.287	.309	.485	.387	.192	2.630E-02	5.675E-02	-2.9E-02	-.120	9.676E-02
	B4	.287	.717[b]	.568	.433	.314	-5.9E-02	3.441E-02	-.460	-.456	.110	-.169
	C1	.309	.568	.974[b]	.603	.538	.143	.262	8.819E-02	-.176	.599	.428
	C2	.485	.433	.603	.855[b]	.315	-.424	-.340	.209	1.413E-02	.454	7.046E-02
	D1	.387	.314	.538	.315	.886[b]	.240	-6.2E-02	2.781E-03	.250	.134	.203
	D2	.192	-5.9E-02	.143	-.424	.240	.905[b]	.768	-5.7E-02	-.106	-.187	.429
	E1	2.630E-02	3.441E-02	.262	-.340	-6.2E-02	.768	.887[b]	-5.7E-02	-.353	2.263E-02	.458
	E13	5.675E-02	-.460	8.819E-02	.209	2.781E-03	-5.7E-02	-5.7E-02	.838[b]	.537	.444	.545
	E14	-2.9E-02	-.456	-.176	1.413E-02	.250	-.106	-.353	.537	.683[b]	.108	.205
	E15	-.120	.110	.599	.454	.134	-.187	2.263E-02	.444	.108	.723[b]	.438
	E16	9.676E-02	-.169	.428	7.046E-02	.203	.429	.458	.545	.205	.438	.711[b]
	E17	.228	-.285	.150	.256	.127	9.517E-03	-4.2E-02	.648	.423	.322	.445
	E19	.147	-.137	.537	.180	.405	.399	.357	.611	.335	.517	.756
	E3	-7.5E-03	-.505	-.404	-.224	.308	4.104E-02	-.351	.334	.691	-.204	4.708E-02
	E5	-.308	-.265	-9.5E-04	-1.1E-02	.485	-.154	-.420	.323	.656	.213	.125
	E8	-.486	-.427	-7.2E-02	-.445	.205	.333	.183	.296	.429	.140	.376
Residual[a]	B2		-5.9E-02	1.100E-02	3.204E-02	-3.7E-02	3.622E-02	-2.6E-02	-2.6E-02	2.941E-02	6.469E-02	2.065E-03
	B4	-5.9E-02		-4.5E-02	-6.8E-02	-8.6E-02	-2.5E-02	-3.4E-02	1.576E-02	-6.4E-02	-.177	.133
	C1	1.100E-02	-4.5E-02		2.613E-02	1.642E-03	-2.0E-02	1.020E-02	3.490E-02	-1.7E-02	-1.6E-02	-2.8E-02
	C2	3.204E-02	-6.8E-02	2.613E-02		-1.5E-02	-2.3E-03	7.140E-02	2.416E-02	-1.4E-02	-1.6E-04	-8.4E-02
	D1	-3.7E-02	-8.6E-02	1.642E-03	-1.5E-02		-1.2E-02	6.246E-02	2.765E-02	3.546E-02	4.935E-02	-.104
	D2	3.622E-02	-2.5E-02	-2.0E-02	-2.3E-03	-1.2E-02		-3.2E-02	-2.6E-02	.106	.120	3.877E-03
	E1	-2.6E-02	-3.4E-02	1.020E-02	7.140E-02	6.246E-02	-3.2E-02		5.743E-02	-1.3E-04	-2.3E-02	-.140
	E13	-2.6E-02	1.576E-02	3.490E-02	2.416E-02	2.765E-02	-2.6E-02	5.743E-02		-1.7E-02	-7.5E-02	-.112
	E14	2.941E-02	-6.4E-02	-1.7E-02	-1.4E-02	3.546E-02	.106	-1.3E-04	-1.7E-02		.101	1.990E-02
	E15	6.469E-02	-.177	-1.6E-02	-1.6E-04	4.935E-02	.120	-2.3E-02	-7.5E-02	.101		-8.9E-02
	E16	2.065E-03	.133	-2.8E-02	-8.4E-02	-.104	3.877E-03	-.140	-.112	1.990E-02	-8.9E-02	
	E17	-1.0E-01	.238	-8.1E-02	-5.1E-02	1.502E-03	-5.6E-02	4.160E-02	-8.6E-02	-.131	-.115	6.227E-02
	E19	-6.3E-03	-1.0E-02	3.158E-02	-5.9E-02	-3.5E-03	-6.9E-02	-3.3E-02	3.702E-02	-.106	-5.9E-02	5.742E-03
	E3	7.474E-03	-1.5E-02	1.934E-02	3.354E-02	-2.3E-02	-4.1E-02	-2.6E-03	1.320E-02	-.191	-5.3E-03	-4.7E-02
	E5	-9.3E-03	.107	-1.9E-02	-4.7E-02	-5.2E-02	-3.6E-03	-4.6E-02	-2.5E-02	1.904E-03	-6.4E-02	.103
	E8	2.774E-02	-6.4E-03	1.829E-02	.150	-4.7E-02	-1.5E-02	7.207E-02	2.177E-02	-6.9E-02	-3.6E-02	-7.6E-02

Reproduced Correlations

		E17	E19	E3	E5	E8
Reproduced Correlation	B2	.228	.147	-7.5E-03	-.308	-.486
	B4	-.285	-.137	-.505	-.265	-.427
	C1	.150	.537	-.404	-9.5E-04	-7.2E-02
	C2	.256	.180	-.224	-1.1E-02	-.445
	D1	.127	.405	.308	.485	.205
	D2	9.517E-03	.399	4.104E-02	-.154	.333
	E1	-4.2E-02	.357	-.351	-.420	.183
	E13	.648	.611	.334	.323	.296
	E14	.423	.335	.691	.656	.429
	E15	.322	.517	-.204	.213	.140
	E16	.445	.756	4.708E-02	.125	.376
	E17	.540[b]	.517	.278	.228	.161
	E19	.517	.863[b]	.169	.318	.450
	E3	.278	.169	.863[b]	.683	.481
	E5	.228	.318	.683	.942[b]	.630
	E8	.161	.450	.481	.630	.820[b]
Residual[a]	B2	-1.0E-01	-6.3E-03	7.474E-03	-9.3E-03	2.774E-02
	B4	.238	-1.0E-02	-1.5E-02	.107	-6.4E-03
	C1	-8.1E-02	3.158E-02	1.934E-02	-1.9E-02	1.829E-02
	C2	-5.1E-02	-5.9E-02	3.354E-02	-4.7E-02	.150
	D1	1.502E-03	-3.5E-03	-2.3E-02	-5.2E-02	-4.7E-02
	D2	-5.6E-02	-6.9E-02	-4.1E-02	-3.6E-03	-1.5E-02
	E1	4.160E-02	-3.3E-02	-2.6E-03	-4.6E-02	7.207E-02
	E13	-8.6E-02	3.702E-02	1.320E-02	-2.5E-02	2.177E-02
	E14	-.131	-.106	-.191	1.904E-03	-6.9E-02
	E15	-.115	-5.9E-02	-5.3E-03	-6.4E-02	-3.6E-02
	E16	6.227E-02	5.742E-03	-4.7E-02	.103	-7.6E-02
	E17		-6.3E-02	1.417E-02	6.810E-02	1.768E-02
	E19	-6.3E-02		5.966E-02	7.069E-03	-5.6E-02
	E3	1.417E-02	5.966E-02		-2.5E-02	6.019E-02
	E5	6.810E-02	7.069E-03	-2.5E-02		-2.8E-02
	E8	1.768E-02	-5.6E-02	6.019E-02	-2.8E-02	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. Residuals are computed between observed and reproduced correlations. There are 46 (38.0%) nonredundant residuals with absolute v

b. Reproduced communalities

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.315	26.970	26.970	4.315	26.970	26.970	3.124	19.527	19.527
2	3.404	21.276	48.247	3.404	21.276	48.247	2.933	18.328	37.855
3	2.544	15.897	64.144	2.544	15.897	64.144	2.802	17.512	55.367
4	1.550	9.688	73.832	1.550	9.688	73.832	2.557	15.979	71.346
5	1.340	8.373	82.205	1.340	8.373	82.205	1.738	10.859	82.205
6	.927	5.796	88.001						
7	.647	4.041	92.042						
8	.439	2.747	94.789						
9	.332	2.074	96.863						
10	.322	2.013	98.875						
11	.138	.863	99.739						
12	4.182E-02	.261	100.000						
13	2.612E-16	1.633E-15	100.000						
14	1.390E-16	8.686E-16	100.000						
15	-2.2E-16	-1.4E-15	100.000						
16	-9.9E-16	-6.2E-15	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Component Matrix[a]

	Component				
	1	2	3	4	5
E19	.805	.401			
E13	.750			-.434	
E5	.690				
E14	.675				
E16	.647				
E8	.647				
E17	.600				
C1		.901			
B4	-.401	.615			
E3	.568	-.580			
E15	.442	.450		-.413	
E1			.867		
D2			.816		
C2		.627	-.664		
D1	.432			.720	
B2		.534			.704

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 5 components extracted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rotated Component Matrix[a]

	Component				
	1	2	3	4	5
E13	.892				
E19	.701			.424	
E17	.693				
E16	.658			.471	
E5		.877			
E3		.813	-.402		
D1		.649	.572		
E14	.443	.647			
E8		.569			-.532
C1			.937		
B4	-.411		.668		
C2			.622	-.475	
E15	.547		.563		
D2				.939	
E1				.859	
B2					.945

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 17 iterations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Component Score Coefficient Matrix

	Component				
	1	2	3	4	5
B2	.059	.028	-.078	.061	.588
B4	-.192	.030	.278	-.005	.012
C1	-.005	.005	.348	.045	-.064
C2	.107	-.040	.176	-.208	.148
D1	-.196	.346	.242	.104	.157
D2	-.062	.063	-.048	.389	.135
E1	.032	-.138	-.007	.326	-.044
E13	.351	-.088	-.113	-.079	.039
E14	.103	.178	-.083	-.070	.069
E15	.175	-.101	.220	-.111	-.263
E16	.207	-.060	.028	.145	-.025
E17	.263	-.037	-.086	-.041	.140
E19	.180	.026	.088	.130	-.012
E3	-.019	.289	-.143	.010	.162
E5	-.087	.326	.135	-.069	-.177
E8	-.033	.180	.045	.140	-.276

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
Component Scores.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	Analysis N
A1	1.38	.52	8
A3	1.13	.35	8
A5	1.38	.52	8
B1	1.13	.35	8
B2	1.88	.64	8
B3	1.25	.46	8
B4	1.25	.46	8
C1	1.63	.52	8
C2	2.13	.83	8
C3	1.25	.46	8
C4	1.13	.35	8
D1	1.25	.46	8
D2	1.13	.35	8
D3	1.13	.35	8
D5	1.13	.35	8
D7	1.50	.53	8
E1	1.25	.46	8
E10	1.13	.35	8
E12	1.13	.35	8
E13	1.63	.74	8
E14	1.38	.52	8
E15	2.13	.64	8
E16	1.25	.46	8
E17	1.25	.46	8
E19	1.50	.53	8
E2	1.13	.35	8
E20	1.25	.46	8
E21	1.13	.35	8
E3	1.25	.46	8
E4	1.13	.35	8
E7	1.13	.35	8
E8	1.25	.46	8
E9	1.25	.46	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reproduced Correlations

		A1	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Reproduced Correlation	A1	.998[b]	.487	.470	.481	-.261	.748	.144	7.841E-02	.229	.144	-.292
	A3	.487	1.000[b]	.489	-.146	8.273E-02	.656	-.220	.298	.434	-.220	-.143
	A5	.470	.489	.995[b]	-.281	.147	.740	.157	4.629E-02	-.163	.157	.487
	B1	.481	-.146	-.281	.975[b]	.110	-.207	.637	.337	2.311E-02	.637	-.141
	B2	-.261	8.273E-02	.147	.110	.961[b]	-.376	.624	.645	-7.2E-02	.624	.707
	B3	.748	.656	.740	-.207	-.376	.995[b]	-.325	-.169	.238	-.325	-.219
	B4	.144	-.220	.157	.637	.624	-.325	.988[b]	.478	-.403	.988	.656
	C1	7.841E-02	.298	4.629E-02	.337	.645	-.169	.478	.922[b]	-2.5E-02	.478	.290
	C2	.229	.434	-.163	2.311E-02	-7.2E-02	.238	-.403	-2.5E-02	.716[b]	-.403	-.551
	C3	.144	-.220	.157	.637	.624	-.325	.988	.478	-.403	.988[b]	.656
	C4	-.292	-.143	.487	-.141	.707	-.219	.656	.290	-.551	.656	1.000[b]
	D1	.153	-.216	.738	-.203	.101	.326	.344	-.176	-.514	.344	.654
	D2	-.292	-.143	.487	-.141	.707	-.219	.656	.290	-.551	.656	1.000
	D3	-.292	-.143	.487	-.141	.707	-.219	.656	.290	-.551	.656	1.000
	D5	.487	1.000	.489	-.146	8.273E-02	.656	-.220	.298	.434	-.220	-.143
	D7	.250	.374	.272	-.407	-.172	.591	-.598	-.206	.579	-.598	-.376
	E1	.153	-.216	.738	-.203	.101	.326	.344	-.176	-.514	.344	.654
	E10	.487	1.000	.489	-.146	8.273E-02	.656	-.220	.298	.434	-.220	-.143
	E12	.487	1.000	.489	-.146	8.273E-02	.656	-.220	.298	.434	-.220	-.143
	E13	.413	.745	.796	-.356	.208	.734	-.116	.355	.143	-.116	.205
	E14	.460	.485	.477	-.316	-.240	.756	-.464	.108	.286	-.464	-.291
	E15	.270	.552	.698	-7.4E-02	.385	.359	.364	.584	-.316	.364	.551
	E16	.149	.655	.746	-.219	.603	.334	.333	.449	-8.9E-02	.333	.655
	E17	.149	.655	.746	-.219	.603	.334	.333	.449	-8.9E-02	.333	.655
	E19	-.269	.373	.277	-.418	.676	1.852E-02	-2.8E-02	.329	.295	-2.8E-02	.381
	E2	-.295	-.144	-.288	-.153	9.112E-02	-.214	-.225	-.471	.457	-.225	-.142
	E20	.149	.655	.746	-.219	.603	.334	.333	.449	-8.9E-02	.333	.655
	E21	-.292	-.143	.487	-.141	.707	-.219	.656	.290	-.551	.656	1.000
	E3	.151	-.217	.146	-.212	-.369	.330	-.329	-.757	.256	-.329	-.219
	E4	.493	-.141	.480	-.125	-.574	.646	-.205	-.520	-.122	-.205	-.144
	E7	-.292	-.143	.487	-.141	.707	-.219	.656	.290	-.551	.656	1.000
	E8	.149	.655	.746	-.219	.603	.334	.333	.449	-8.9E-02	.333	.655
	E9	.149	.655	.746	-.219	.603	.334	.333	.449	-8.9E-02	.333	.655

		A1	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Residual[a]	A1		8.319E-04	-3.1E-03	6.587E-03	-8.3E-03	-3.1E-03	4.676E-03	-1.2E-02	-2.2E-02	4.676E-03	-4.6E-04
	A3	8.319E-04		-1.4E-03	3.111E-03	-3.9E-03	-1.4E-03	2.209E-03	-5.5E-03	-1.1E-02	2.209E-03	-2.2E-04
	A5	-3.1E-03	-1.4E-03		-1.1E-02	1.440E-02	5.313E-03	-8.1E-03	2.038E-02	3.880E-02	-8.1E-03	8.067E-04
	B1	6.587E-03	3.111E-03	-1.1E-02		-3.1E-02	-1.1E-02	1.749E-02	-4.4E-02	-8.4E-02	1.749E-02	-1.7E-03
	B2	-8.3E-03	-3.9E-03	1.440E-02	-3.1E-02		1.443E-02	-2.2E-02	5.534E-02	.105	-2.2E-02	2.191E-03
	B3	-3.1E-03	-1.4E-03	5.313E-03	-1.1E-02	1.443E-02		-8.1E-03	2.041E-02	3.887E-02	-8.1E-03	8.082E-04
	B4	4.676E-03	2.209E-03	-8.1E-03	1.749E-02	-2.2E-02	-8.1E-03		-3.1E-02	-5.9E-02	1.241E-02	-1.2E-03
	C1	-1.2E-02	-5.5E-03	2.038E-02	-4.4E-02	5.534E-02	2.041E-02	-3.1E-02		.149	-3.1E-02	3.100E-03
	C2	-2.2E-02	-1.1E-02	3.880E-02	-8.4E-02	.105	3.887E-02	-5.9E-02	.149		-5.9E-02	5.902E-03
	C3	4.676E-03	2.209E-03	-8.1E-03	1.749E-02	-2.2E-02	-8.1E-03	1.241E-02	-3.1E-02	-5.9E-02		-1.2E-03
	C4	-4.6E-04	-2.2E-04	8.067E-04	-1.7E-03	2.191E-03	8.082E-04	-1.2E-03	3.100E-03	5.902E-03	-1.2E-03	
	D1	-4.1E-03	-1.9E-03	7.031E-03	-1.5E-02	1.909E-02	7.044E-03	-1.1E-02	2.702E-02	5.144E-02	-1.1E-02	1.070E-03
	D2	-4.6E-04	-2.2E-04	8.067E-04	-1.7E-03	2.191E-03	8.082E-04	-1.2E-03	3.100E-03	5.902E-03	-1.2E-03	1.227E-04
	D3	-4.6E-04	-2.2E-04	8.067E-04	-1.7E-03	2.191E-03	8.082E-04	-1.2E-03	3.100E-03	5.902E-03	-1.2E-03	1.227E-04
	D5	8.319E-04	3.929E-04	-1.4E-03	3.111E-03	-3.9E-03	-1.4E-03	2.209E-03	-5.5E-03	-1.1E-02	2.209E-03	-2.2E-04
	D7	7.757E-03	3.664E-03	-1.3E-02	2.901E-02	-3.7E-02	-1.3E-02	2.059E-02	-5.2E-02	-9.8E-02	2.059E-02	-2.0E-03
	E1	-4.1E-03	-1.9E-03	7.031E-03	-1.5E-02	1.909E-02	7.044E-03	-1.1E-02	2.702E-02	5.144E-02	-1.1E-02	1.070E-03
	E10	8.319E-04	3.929E-04	-1.4E-03	3.111E-03	-3.9E-03	-1.4E-03	2.209E-03	-5.5E-03	-1.1E-02	2.209E-03	-2.2E-04
	E12	8.319E-04	3.929E-04	-1.4E-03	3.111E-03	-3.9E-03	-1.4E-03	2.209E-03	-5.5E-03	-1.1E-02	2.209E-03	-2.2E-04
	E13	4.506E-03	2.128E-03	-7.8E-03	1.685E-02	-2.1E-02	-7.8E-03	1.196E-02	-3.0E-02	-5.7E-02	1.196E-02	-1.2E-03
	E14	6.227E-03	2.941E-03	-1.1E-02	2.329E-02	-2.9E-02	-1.1E-02	1.653E-02	-4.2E-02	-7.9E-02	1.653E-02	-1.6E-03
	E15	-1.2E-03	-5.9E-04	2.149E-03	-4.6E-03	5.837E-03	2.153E-03	-3.3E-03	8.259E-03	1.573E-02	-3.3E-03	3.270E-04
	E16	2.803E-04	1.324E-04	-4.9E-04	1.048E-03	-1.3E-03	-4.9E-04	7.441E-04	-1.9E-03	-3.6E-03	7.441E-04	-7.4E-05
	E17	2.803E-04	1.324E-04	-4.9E-04	1.048E-03	-1.3E-03	-4.9E-04	7.441E-04	-1.9E-03	-3.6E-03	7.441E-04	-7.4E-05
	E19	1.065E-02	5.031E-03	-1.8E-02	3.984E-02	-5.0E-02	-1.9E-02	2.828E-02	-7.1E-02	-.135	2.828E-02	-2.8E-03
	E2	2.612E-03	1.234E-03	-4.5E-03	9.770E-03	-1.2E-02	-4.5E-03	6.935E-03	-1.7E-02	-3.3E-02	6.935E-03	-6.9E-04
	E20	2.803E-04	1.324E-04	-4.9E-04	1.048E-03	-1.3E-03	-4.9E-04	7.441E-04	-1.9E-03	-3.6E-03	7.441E-04	-7.4E-05
	E21	-4.6E-04	-2.2E-04	8.067E-04	-1.7E-03	2.191E-03	8.082E-04	-1.2E-03	3.100E-03	5.902E-03	-1.2E-03	1.227E-04
	E3	-1.7E-03	-8.0E-04	2.953E-03	-6.4E-03	8.020E-03	2.959E-03	-4.5E-03	1.135E-02	2.161E-02	-4.5E-03	4.492E-04
	E4	-4.8E-03	-2.3E-03	8.399E-03	-1.8E-02	2.281E-02	8.415E-03	-1.3E-02	3.228E-02	6.145E-02	-1.3E-02	1.278E-03
	E7	-4.6E-04	-2.2E-04	8.067E-04	-1.7E-03	2.191E-03	8.082E-04	-1.2E-03	3.100E-03	5.902E-03	-1.2E-03	1.227E-04
	E8	2.803E-04	1.324E-04	-4.9E-04	1.048E-03	-1.3E-03	-4.9E-04	7.441E-04	-1.9E-03	-3.6E-03	7.441E-04	-7.4E-05
	E9	2.803E-04	1.324E-04	-4.9E-04	1.048E-03	-1.3E-03	-4.9E-04	7.441E-04	-1.9E-03	-3.6E-03	7.441E-04	-7.4E-05

Reproduced Correlations

		D1	D2	D3	D5	D7	E1	E10	E12	E13	E14	E15
Reproduced Correlation	A1	.153	-.292	-.292	.487	.250	.153	.487	.487	.413	.460	.270
	A3	-.216	-.143	-.143	1.000	.374	-.216	1.000	1.000	.745	.485	.552
	A5	.738	.487	.487	.489	.272	.738	.489	.489	.796	.477	.698
	B1	-.203	-.141	-.141	-.146	-.407	-.203	-.146	-.146	-.356	-.316	-7.4E-02
	B2	.101	.707	.707	8.273E-02	-.172	.101	8.273E-02	8.273E-02	.208	-.240	.385
	B3	.326	-.219	-.219	.656	.591	.326	.656	.656	.734	.756	.359
	B4	.344	.656	.656	-.220	-.598	.344	-.220	-.220	-.116	-.464	.364
	C1	-.176	.290	.290	.298	-.206	-.176	.298	.298	.355	.108	.584
	C2	-.514	-.551	-.551	.434	.579	-.514	.434	.434	.143	.286	-.316
	C3	.344	.656	.656	-.220	-.598	.344	-.220	-.220	-.116	-.464	.364
	C4	.654	1.000	1.000	-.143	-.376	.654	-.143	-.143	.205	-.291	.551
	D1	.991[b]	.654	.654	-.216	1.785E-02	.991	-.216	-.216	.321	.163	.358
	D2	.654	1.000[b]	1.000	-.143	-.376	.654	-.143	-.143	.205	-.291	.551
	D3	.654	1.000	1.000[b]	-.143	-.376	.654	-.143	-.143	.205	-.291	.551
	D5	-.216	-.143	-.143	1.000[b]	.374	-.216	1.000	1.000	.745	.485	.552
	D7	1.785E-02	-.376	-.376	.374	.966[b]	1.785E-02	.374	.374	.519	.747	-.203
	E1	.991	.654	.654	-.216	1.785E-02	.991[b]	-.216	-.216	.321	.163	.358
	E10	-.216	-.143	-.143	1.000	.374	-.216	1.000[b]	1.000	.745	.485	.552
	E12	-.216	-.143	-.143	1.000	.374	-.216	1.000	1.000[b]	.745	.485	.552
	E13	.321	.205	.205	.745	.519	.321	.745	.745	.988[b]	.772	.715
	E14	.163	-.291	-.291	.485	.747	.163	.485	.485	.772	.978[b]	.274
	E15	.358	.551	.551	.552	-.203	.358	.552	.552	.715	.274	.999[b]
	E16	.334	.655	.655	.655	-1.2E-03	.334	.655	.655	.725	.148	.843
	E17	.334	.655	.655	.655	-1.2E-03	.334	.655	.655	.725	.148	.843
	E19	2.451E-02	.381	.381	.373	.453	2.451E-02	.373	.373	.512	.221	.216
	E2	-.212	-.142	-.142	-.144	.366	-.212	-.144	-.144	-.346	-.302	-.707
	E20	.334	.655	.655	.655	-1.2E-03	.334	.655	.655	.725	.148	.843
	E21	.654	1.000	1.000	-.143	-.376	.654	-.143	-.143	.205	-.291	.551
	E3	.329	-.219	-.219	-.217	.585	.329	-.217	-.217	-9.9E-02	.155	-.603
	E4	.644	-.144	-.144	-.141	.399	.644	-.141	-.141	.216	.505	-8.2E-02
	E7	.654	1.000	1.000	-.143	-.376	.654	-.143	-.143	.205	-.291	.551
	E8	.334	.655	.655	.655	-1.2E-03	.334	.655	.655	.725	.148	.843
	E9	.334	.655	.655	.655	-1.2E-03	.334	.655	.655	.725	.148	.843

Reproduced Correlations

		D1	D2	D3	D5	D7	E1	E10	E12	E13	E14	E15
Residual[a]	A1	-4.1E-03	-4.6E-04	-4.6E-04	8.319E-04	7.757E-03	-4.1E-03	8.319E-04	8.319E-04	4.506E-03	6.227E-03	-1.2E-03
	A3	-1.9E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	3.929E-04	3.664E-03	-1.9E-03	3.929E-04	3.929E-04	2.128E-03	2.941E-03	-5.9E-04
	A5	7.031E-03	8.067E-04	8.067E-04	-1.4E-03	-1.3E-02	7.031E-03	-1.4E-03	-1.4E-03	-7.8E-03	-1.1E-02	2.149E-03
	B1	-1.5E-02	-1.7E-03	-1.7E-03	3.111E-03	2.901E-02	-1.5E-02	3.111E-03	3.111E-03	1.685E-02	2.329E-02	-4.6E-03
	B2	1.909E-02	2.191E-03	2.191E-03	-3.9E-03	-3.7E-02	1.909E-02	-3.9E-03	-3.9E-03	-2.1E-02	-2.9E-02	5.837E-03
	B3	7.044E-03	8.082E-04	8.082E-04	-1.4E-03	-1.3E-02	7.044E-03	-1.4E-03	-1.4E-03	-7.8E-03	-1.1E-02	2.153E-03
	B4	-1.1E-02	-1.2E-03	-1.2E-03	2.209E-03	2.059E-02	-1.1E-02	2.209E-03	2.209E-03	1.196E-02	1.653E-02	-3.3E-03
	C1	2.702E-02	3.100E-03	3.100E-03	-5.5E-03	-5.2E-02	2.702E-02	-5.5E-03	-5.5E-03	-3.0E-02	-4.2E-02	8.259E-03
	C2	5.144E-02	5.902E-03	5.902E-03	-1.1E-02	-9.8E-02	5.144E-02	-1.1E-02	-1.1E-02	-5.7E-02	-7.9E-02	1.573E-02
	C3	-1.1E-02	-1.2E-03	-1.2E-03	2.209E-03	2.059E-02	-1.1E-02	2.209E-03	2.209E-03	1.196E-02	1.653E-02	-3.3E-03
	C4	1.070E-03	1.227E-04	1.227E-04	-2.2E-04	-2.0E-03	1.070E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	-1.2E-03	-1.6E-03	3.270E-04
	D1		1.070E-03	1.070E-03	-1.9E-03	-1.8E-02	9.323E-03	-1.9E-03	-1.9E-03	-1.0E-02	-1.4E-02	2.850E-03
	D2	1.070E-03		1.227E-04	-2.2E-04	-2.0E-03	1.070E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	-1.2E-03	-1.6E-03	3.270E-04
	D3	1.070E-03	1.227E-04		-2.2E-04	-2.0E-03	1.070E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	-1.2E-03	-1.6E-03	3.270E-04
	D5	-1.9E-03	-2.2E-04	-2.2E-04		3.664E-03	-1.9E-03	3.929E-04	3.929E-04	2.128E-03	2.941E-03	-5.9E-04
	D7	-1.8E-02	-2.0E-03	-2.0E-03	3.664E-03		-1.8E-02	3.664E-03	3.664E-03	1.984E-02	2.742E-02	-5.5E-03
	E1	9.323E-03	1.070E-03	1.070E-03	-1.9E-03	-1.8E-02		-1.9E-03	-1.9E-03	-1.0E-02	-1.4E-02	2.850E-03
	E10	-1.9E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	3.929E-04	3.664E-03	-1.9E-03		3.929E-04	2.128E-03	2.941E-03	-5.9E-04
	E12	-1.9E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	3.929E-04	3.664E-03	-1.9E-03	3.929E-04		2.128E-03	2.941E-03	-5.9E-04
	E13	-1.0E-02	-1.2E-03	-1.2E-03	2.128E-03	1.984E-02	-1.0E-02	2.128E-03	2.128E-03		1.593E-02	-3.2E-03
	E14	-1.4E-02	-1.6E-03	-1.6E-03	2.941E-03	2.742E-02	-1.4E-02	2.941E-03	2.941E-03	1.593E-02		-4.4E-03
	E15	2.850E-03	3.270E-04	3.270E-04	-5.9E-04	-5.5E-03	2.850E-03	-5.9E-04	-5.9E-04	-3.2E-03	-4.4E-03	
	E16	-6.4E-04	-7.4E-05	-7.4E-05	1.324E-04	1.234E-03	-6.4E-04	1.324E-04	1.324E-04	7.170E-04	9.909E-04	-2.0E-04
	E17	-6.4E-04	-7.4E-05	-7.4E-05	1.324E-04	1.234E-03	-6.4E-04	1.324E-04	1.324E-04	7.170E-04	9.909E-04	-2.0E-04
	E19	-2.5E-02	-2.8E-03	-2.8E-03	5.031E-03	4.691E-02	-2.5E-02	5.031E-03	5.031E-03	2.725E-02	3.766E-02	-7.5E-03
	E2	-6.0E-03	-6.9E-04	-6.9E-04	1.234E-03	1.151E-02	-6.0E-03	1.234E-03	1.234E-03	6.683E-03	9.236E-03	-1.8E-03
	E20	-6.4E-04	-7.4E-05	-7.4E-05	1.324E-04	1.234E-03	-6.4E-04	1.324E-04	1.324E-04	7.170E-04	9.909E-04	-2.0E-04
	E21	1.070E-03	1.227E-04	1.227E-04	-2.2E-04	-2.0E-03	1.070E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	-1.2E-03	-1.6E-03	3.270E-04
	E3	3.916E-03	4.492E-04	4.492E-04	-8.0E-04	-7.5E-03	3.916E-03	-8.0E-04	-8.0E-04	-4.4E-03	-6.0E-03	1.197E-03
	E4	1.114E-02	1.278E-03	1.278E-03	-2.3E-03	-2.1E-02	1.114E-02	-2.3E-03	-2.3E-03	-1.2E-02	-1.7E-02	3.404E-03
	E7	1.070E-03	1.227E-04	1.227E-04	-2.2E-04	-2.0E-03	1.070E-03	-2.2E-04	-2.2E-04	-1.2E-03	-1.6E-03	3.270E-04
	E8	-6.4E-04	-7.4E-05	-7.4E-05	1.324E-04	1.234E-03	-6.4E-04	1.324E-04	1.324E-04	7.170E-04	9.909E-04	-2.0E-04
	E9	-6.4E-04	-7.4E-05	-7.4E-05	1.324E-04	1.234E-03	-6.4E-04	1.324E-04	1.324E-04	7.170E-04	9.909E-04	-2.0E-04

Reproduced Correlations

		E13	E14	E16	E17	E19	E2	E20	E21	E3	E4	E8
Reproduced Correlation	C1	.355	.108	.449	.449	.329	-.471	.449	.290	-.757	-.520	.449
	C2	.143	.286	-8.9E-02	-8.9E-02	.295	.457	-8.9E-02	-.551	.256	-.122	-8.9E-02
	E7	.205	-.291	.655	.655	.381	-.142	.655	1.000	-.219	-.144	.655
	E9	.725	.148	1.000	1.000	.576	-.219	1.000	.655	-.333	-.217	1.000
	E15	.715	.274	.843	.843	.216	-.707	.843	.551	-.603	-8.2E-02	.843
	A1	.413	.460	.149	.149	-.269	-.295	.149	-.292	.151	.493	.149
	A3	.745	.485	.655	.655	.373	-.144	.655	-.143	-.217	-.141	.655
	A5	.796	.477	.746	.746	.277	-.288	.746	.487	.146	.480	.746
	B1	-.356	-.316	-.219	-.219	-.418	-.153	-.219	-.141	-.212	-.125	-.219
	B2	.208	-.240	.603	.603	.676	9.112E-02	.603	.707	-.369	-.574	.603
	B3	.734	.756	.334	.334	1.852E-02	-.214	.334	-.219	.330	.646	.334
	B4	-.116	-.464	.333	.333	-2.8E-02	-.225	.333	.656	-.329	-.205	.333
	C3	-.116	-.464	.333	.333	-2.8E-02	-.225	.333	.656	-.329	-.205	.333
	C4	.205	-.291	.655	.655	.381	-.142	.655	1.000	-.219	-.144	.655
	D1	.321	.163	.334	.334	2.451E-02	-.212	.334	.654	.329	.644	.334
	D2	.205	-.291	.655	.655	.381	-.142	.655	1.000	-.219	-.144	.655
	D3	.205	-.291	.655	.655	.381	-.142	.655	1.000	-.219	-.144	.655
	D5	.745	.485	.655	.655	.373	-.144	.655	-.143	-.217	-.141	.655
	D7	.519	.747	-1.2E-03	-1.2E-03	.453	.366	-1.2E-03	-.376	.585	.399	-1.2E-03
	E1	.321	.163	.334	.334	2.451E-02	-.212	.334	.654	.329	.644	.334
	E10	.745	.485	.655	.655	.373	-.144	.655	-.143	-.217	-.141	.655
	E12	.745	.485	.655	.655	.373	-.144	.655	-.143	-.217	-.141	.655
	E13	.988[b]	.772	.725	.725	.512	-.346	.725	.205	-9.9E-02	.216	.725
	E14	.772	.978[b]	.148	.148	.221	-.302	.148	-.291	.155	.505	.148
	E16	.725	.148	1.000[b]	1.000	.576	-.219	1.000	.655	-.333	-.217	1.000
	E17	.725	.148	1.000	1.000[b]	.576	-.219	1.000	.655	-.333	-.217	1.000
	E19	.512	.221	.576	.576	.936[b]	.362	.576	.381	1.029E-02	-.349	.576
	E2	-.346	-.302	-.219	-.219	.362	.996[b]	-.219	-.142	.657	-.136	-.219
	E20	.725	.148	1.000	1.000	.576	-.219	1.000[b]	.655	-.333	-.217	1.000
	E21	.205	-.291	.655	.655	.381	-.142	.655	1.000[b]	-.219	-.144	.655
	E3	-9.9E-02	.155	-.333	-.333	1.029E-02	.657	-.333	-.219	.998[b]	.650	-.333
	E4	.216	.505	-.217	-.217	-.349	-.136	-.217	-.144	.650	.987[b]	-.217
	E8	.725	.148	1.000	1.000	.576	-.219	1.000	.655	-.333	-.217	1.000[b]

		E13	E14	E16	E17	E19	E2	E20	E21	E3	E4	E8
Residual[a]	C1	-3.0E-02	-4.2E-02	-1.9E-03	-1.9E-03	-7.1E-02	-1.7E-02	-1.9E-03	3.100E-03	1.135E-02	3.228E-02	-1.9E-03
	C2	-5.7E-02	-7.9E-02	-3.6E-03	-3.6E-03	-.135	-3.3E-02	-3.6E-03	5.902E-03	2.161E-02	6.145E-02	-3.6E-03
	E7	-1.2E-03	-1.6E-03	-7.4E-05	-7.4E-05	-2.8E-03	-6.9E-04	-7.4E-05	1.227E-04	4.492E-04	1.278E-03	-7.4E-05
	E9	7.170E-04	9.909E-04	4.460E-05	4.460E-05	1.695E-03	4.157E-04	4.460E-05	-7.4E-05	-2.7E-04	-7.7E-04	4.460E-05
	E15	-3.2E-03	-4.4E-03	-2.0E-04	-2.0E-04	-7.5E-03	-1.8E-03	-2.0E-04	3.270E-04	1.197E-03	3.404E-03	-2.0E-04
	A1	4.506E-03	6.227E-03	2.803E-04	2.803E-04	1.065E-02	2.612E-03	2.803E-04	-4.6E-04	-1.7E-03	-4.8E-03	2.803E-04
	A3	2.128E-03	2.941E-03	1.324E-04	1.324E-04	5.031E-03	1.234E-03	1.324E-04	-2.2E-04	-8.0E-04	-2.3E-03	1.324E-04
	A5	-7.8E-03	-1.1E-02	-4.9E-04	-4.9E-04	-1.8E-02	-4.5E-03	-4.9E-04	8.067E-04	2.953E-03	8.399E-03	-4.9E-04
	B1	1.685E-02	2.329E-02	1.048E-03	1.048E-03	3.984E-02	9.770E-03	1.048E-03	-1.7E-03	-6.4E-03	-1.8E-02	1.048E-03
	B2	-2.1E-02	-2.9E-02	-1.3E-03	-1.3E-03	-5.0E-02	-1.2E-02	-1.3E-03	2.191E-03	8.020E-03	2.281E-02	-1.3E-03
	B3	-7.8E-03	-1.1E-02	-4.9E-04	-4.9E-04	-1.9E-02	-4.5E-03	-4.9E-04	8.082E-04	2.959E-03	8.415E-03	-4.9E-04
	B4	1.196E-02	1.653E-02	7.441E-04	7.441E-04	2.828E-02	6.935E-03	7.441E-04	-1.2E-03	-4.5E-03	-1.3E-02	7.441E-04
	C3	1.196E-02	1.653E-02	7.441E-04	7.441E-04	2.828E-02	6.935E-03	7.441E-04	-1.2E-03	-4.5E-03	-1.3E-02	7.441E-04
	C4	-1.2E-03	-1.6E-03	-7.4E-05	-7.4E-05	-2.8E-03	-6.9E-04	-7.4E-05	1.227E-04	4.492E-04	1.278E-03	-7.4E-05
	D1	-1.0E-02	-1.4E-02	-6.4E-04	-6.4E-04	-2.5E-02	-6.0E-03	-6.4E-04	1.070E-03	3.916E-03	1.114E-02	-6.4E-04
	D2	-1.2E-03	-1.6E-03	-7.4E-05	-7.4E-05	-2.8E-03	-6.9E-04	-7.4E-05	1.227E-04	4.492E-04	1.278E-03	-7.4E-05
	D3	-1.2E-03	-1.6E-03	-7.4E-05	-7.4E-05	-2.8E-03	-6.9E-04	-7.4E-05	1.227E-04	4.492E-04	1.278E-03	-7.4E-05
	D5	2.128E-03	2.941E-03	1.324E-04	1.324E-04	5.031E-03	1.234E-03	1.324E-04	-2.2E-04	-8.0E-04	-2.3E-03	1.324E-04
	D7	1.984E-02	2.742E-02	1.234E-03	1.234E-03	4.691E-02	1.151E-02	1.234E-03	-2.0E-03	-7.5E-03	-2.1E-02	1.234E-03
	E1	-1.0E-02	-1.4E-02	-6.4E-04	-6.4E-04	-2.5E-02	-6.0E-03	-6.4E-04	1.070E-03	3.916E-03	1.114E-02	-6.4E-04
	E10	2.128E-03	2.941E-03	1.324E-04	1.324E-04	5.031E-03	1.234E-03	1.324E-04	-2.2E-04	-8.0E-04	-2.3E-03	1.324E-04
	E12	2.128E-03	2.941E-03	1.324E-04	1.324E-04	5.031E-03	1.234E-03	1.324E-04	-2.2E-04	-8.0E-04	-2.3E-03	1.324E-04
	E13		1.593E-02	7.170E-04	7.170E-04	2.725E-02	6.683E-03	7.170E-04	-1.2E-03	-4.4E-03	-1.2E-02	7.170E-04
	E14	1.593E-02		9.909E-04	9.909E-04	3.766E-02	9.236E-03	9.909E-04	-1.6E-03	-6.0E-03	-1.7E-02	9.909E-04
	E16	7.170E-04	9.909E-04		4.460E-05	1.695E-03	4.157E-04	4.460E-05	-7.4E-05	-2.7E-04	-7.7E-04	4.460E-05
	E17	7.170E-04	9.909E-04	4.460E-05		1.695E-03	4.157E-04	4.460E-05	-7.4E-05	-2.7E-04	-7.7E-04	4.460E-05
	E19	2.725E-02	3.766E-02	1.695E-03	1.695E-03		1.580E-02	1.695E-03	-2.8E-03	-1.0E-02	-2.9E-02	1.695E-03
	E2	6.683E-03	9.236E-03	4.157E-04	4.157E-04	1.580E-02		4.157E-04	-6.9E-04	-2.5E-03	-7.2E-03	4.157E-04
	E20	7.170E-04	9.909E-04	4.460E-05	4.460E-05	1.695E-03	4.157E-04		-7.4E-05	-2.7E-04	-7.7E-04	4.460E-05
	E21	-1.2E-03	-1.6E-03	-7.4E-05	-7.4E-05	-2.8E-03	-6.9E-04	-7.4E-05		4.492E-04	1.278E-03	-7.4E-05
	E3	-4.4E-03	-6.0E-03	-2.7E-04	-2.7E-04	-1.0E-02	-2.5E-03	-2.7E-04	4.492E-04		4.677E-03	-2.7E-04
	E4	-1.2E-02	-1.7E-02	-7.7E-04	-7.7E-04	-2.9E-02	-7.2E-03	-7.7E-04	1.278E-03	4.677E-03		-7.7E-04
	E8	7.170E-04	9.909E-04	4.460E-05	4.460E-05	1.695E-03	4.157E-04	4.460E-05	-7.4E-05	-2.7E-04	-7.7E-04	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. Residuals are computed between observed and reproduced correlations. There are 16 (3.0%) nonredundant residuals with absolute values > 0.05.

b. Reproduced communalities

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	12.872	39.007	39.007	12.872	39.007	39.007	7.380	22.363	22.363
2	8.584	26.013	65.021	8.584	26.013	65.021	7.093	21.495	43.859
3	4.719	14.299	79.320	4.719	14.299	79.320	5.539	16.784	60.642
4	3.202	9.703	89.023	3.202	9.703	89.023	4.792	14.521	75.163
5	1.812	5.490	94.513	1.812	5.490	94.513	3.899	11.814	86.977
6	1.175	3.560	98.073	1.175	3.560	98.073	3.662	11.096	98.073
7	.636	1.927	100.000						
8	3.523E-15	1.067E-14	100.000						
9	1.852E-15	5.612E-15	100.000						
10	9.709E-16	2.942E-15	100.000						
11	5.255E-16	1.593E-15	100.000						
12	4.537E-16	1.375E-15	100.000						
13	3.623E-16	1.098E-15	100.000						
14	1.929E-16	5.846E-16	100.000						
15	1.569E-16	4.755E-16	100.000						
16	1.204E-16	3.648E-16	100.000						
17	1.111E-16	3.368E-16	100.000						
18	1.110E-16	3.364E-16	100.000						
19	1.110E-16	3.364E-16	100.000						
20	1.110E-16	3.364E-16	100.000						
21	1.018E-16	3.086E-16	100.000						
22	5.491E-17	1.664E-16	100.000						
23	9.641E-18	2.921E-17	100.000						
24	4.515E-32	1.368E-31	100.000						
25	-2.3E-32	-7.1E-32	100.000						
26	-1.3E-16	-4.1E-16	100.000						
27	-2.0E-16	-5.9E-16	100.000						
28	-2.2E-16	-6.7E-16	100.000						
29	-2.3E-16	-6.8E-16	100.000						
30	-5.5E-16	-1.7E-15	100.000						
31	-8.3E-16	-2.5E-15	100.000						

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
32	-9.7E-16	-2.9E-15	100.000						
33	-2.0E-15	-6.0E-15	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix[a]

	Component					
	1	2	3	4	5	6
E9	.967					
E16	.967					
E17	.967					
E20	.967					
E8	.967					
E15	.878					
E21	.785	-.582				
E7	.785	-.582				
D3	.785	-.582				
D2	.785	-.582				
C4	.785	-.582				
A5	.766		.545			
E13	.690	.624				
B2	.661					
D5	.481	.819				
E10	.481	.819				
A3	.481	.819				
E12	.481	.819				
B3		.782	.500			
E14		.735				.510
D7		.702		.407		
B4	.482	-.632			.415	
C3	.482	-.632			.415	
C2		.604				
E4			.919			
D1	.489		.811			
E1	.489		.811			
E3			.702		.463	
C1	.503		-.585			.503
E2				.742	.549	
E19	.523			.687		
B1				-.674	.561	
A1		.532		-.672	.450	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 6 components extracted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rotated Component Matrix[a]

	Component					
	1	2	3	4	5	6
D5	.881					
A3	.881					
E10	.881					
E12	.881					
E17	.731		.490			
E20	.731		.490			
E16	.731		.490			
E9	.731		.490			
E8	.731		.490			
D1		.937				
E1		.937				
E21		.728	.550			
E7		.728	.550			
D3		.728	.550			
D2		.728	.550			
C4		.728	.550			
A5	.535	.663		.501		
C2		-.618			-.412	
E19			.887			
B2			.864			
E14				.906		
B3	.539			.740		
D7				.737	-.433	
E13	.534			.680		
A1	.400		-.440	.637		.484
E4		.499	-.499	.629		
E2					-.906	
E3					-.875	
E15	.541				.703	
C1			.494		.652	
B1						.894
B4						.864
C3						.864

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Equamax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 39 iterations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Component Score Coefficient Matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
A1	.072	-.016	-.116	.138	-.080	.260
A3	.163	-.035	-.047	-.036	-.021	-.002
A5	.068	.109	-.053	.056	-.037	.014
B1	-.003	-.101	-.033	.085	-.064	.357
B2	-.100	-.092	.252	.099	-.028	.112
B3	.083	.059	-.105	.089	-.041	.018
B4	-.010	-.015	.020	.038	-.049	.270
C1	-.193	-.163	.202	.212	.220	.099
C2	.019	-.121	.116	.084	-.153	.084
C3	-.010	-.015	.020	.038	-.049	.270
C4	-.009	.082	.060	-.035	-.001	-.004
D1	-.048	.149	-.023	.090	-.025	.017
D2	-.009	.082	.060	-.035	-.001	-.004
D3	-.009	.082	.060	-.035	-.001	-.004
D5	.163	-.035	-.047	-.036	-.021	-.002
D7	-.132	-.063	.204	.259	-.086	-.018
E1	-.048	.149	-.023	.090	-.025	.017
E10	.163	-.035	-.047	-.036	-.021	-.002
E12	.163	-.035	-.047	-.036	-.021	-.002
E13	-.075	-.018	.104	.197	.105	-.045
E14	-.212	-.057	.142	.332	.165	-.060
E15	.023	.032	-.049	.013	.193	-.037
E16	.117	.036	.010	-.054	-.017	-.004
E17	.117	.036	.010	-.054	-.017	-.004
E19	-.103	-.083	.303	.134	-.065	-.037
E2	.111	-.011	.102	-.095	-.372	.061
E20	.117	.036	.010	-.054	-.017	-.004
E21	-.009	.082	.060	-.035	-.001	-.004
E3	.044	.078	.009	.044	-.309	.066
E4	-.054	.113	-.090	.153	-.032	.025
E7	-.009	.082	.060	-.035	-.001	-.004
E8	.117	.036	.010	-.054	-.017	-.004
E9	.117	.036	.010	-.054	-.017	-.004

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Equamax with Kaiser Normalization.
Component Scores.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้