

การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะ



นางสาวสุภารัตน์ ชูถม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RISK ALLOCATION IN TUNNELING CONTRACTS USING TUNNEL BORING MACHINES

Miss Sudarat Choothom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491803

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะ
โดย นางสาวสุภารัตน์ ชูอม
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บิ่ง คุณะวัฒน์สถิตย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วัชร เพ็ญสุภาพ)

ศุภรัตน์ ชูดม: การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะ
(RISK ALLOCATION IN TUNNELING CONTRACTS USING TUNNEL BORING
MACHINES) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์, 261 หน้า.

การก่อสร้างอุโมงค์เป็นโครงการทางวิศวกรรมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนและมีต้นทุนค่าก่อสร้างสูง โครงการประเภทนี้มีปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องของหลายประการซึ่งแตกต่างจากการก่อสร้างทั่วไปบนดิน การจัดการความเสี่ยงอย่างได้ผลจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการระบุปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในโครงการและจัดสรรปัจจัยเสี่ยงเหล่านั้นให้แก่คู่สัญญาทุกฝ่ายอย่างเหมาะสม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงซึ่งปรากฏในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ใช้เครื่องขุดเจาะวิธีผสมคูลแรงดันดิน พร้อมทั้งเสนอแนวทางการจัดสรรความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุงเนื้อหาสัญญาสำหรับโครงการในอนาคต

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยและการสัมภาษณ์วิศวกรผู้มีประสบการณ์ จำนวน 9 ท่าน ทำให้สามารถระบุปัจจัยเสี่ยงได้ทั้งสิ้น 34 ปัจจัยเสี่ยง ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 7 กลุ่ม การวิเคราะห์การจัดสรรปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ได้อาศัยการศึกษาสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ของหน่วยงานภาครัฐ 3 หน่วยงาน รวมทั้งสิ้น 5 โครงการ ผลการศึกษาพบว่าข้อสัญญาครอบคลุมปัจจัยเสี่ยงที่ระบุในข้างต้นเป็นส่วนมาก ซึ่งปัจจัยเสี่ยงส่วนใหญ่ถูกจัดสรรให้แก่ผู้รับจ้าง ในขณะที่บางปัจจัยเสี่ยงถูกสงวนไว้สำหรับผู้ว่าจ้าง และบางปัจจัยเสี่ยงถูกกำหนดให้ร่วมกันรับผิดชอบระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง

ผลการวิเคราะห์ข้างต้นได้ถูกนำไปผนวกกับข้อเสนอการแบ่งความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ของ ITA ข้อสัญญาของ FIDIC และแนวความคิดที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยอื่นๆ เพื่อเสนอแนวทางการจัดสรรความเสี่ยงที่เหมาะสม จากแนวทางดังกล่าวปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์ควรถูกจัดสรรให้แก่ผู้รับจ้าง ผู้ว่าจ้าง และร่วมกันรับผิดชอบ จำนวน 15 9 และ 7 ปัจจัยเสี่ยงตามลำดับ และมีปัจจัยเสี่ยงที่ผู้รับผิดชอบควรขึ้นอยู่กับสภาพโครงการ จำนวน 3 ปัจจัยเสี่ยง นอกจากนี้งานวิจัยยังได้นำเสนอแนวทางเพื่อใช้ในการปรับปรุงเนื้อหาสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 25 ประเด็น


ผลการวิจัยช่วยให้คู่สัญญาตระหนักถึงปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญและข้อจำกัดของการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ในปัจจุบัน แนวทางการจัดสรรความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุงเนื้อหาสัญญาที่นำเสนอสามารถนำไปใช้ในการจัดเตรียมสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่มีการจัดสรรความเสี่ยงระหว่างคู่สัญญาทุกฝ่ายอย่างเหมาะสมในอนาคต

ภาควิชา...วิศวกรรมโยธา

สาขาวิชา...วิศวกรรมโยธา.....

ปีการศึกษา2549.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4770505921 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: RISK ALLOCATION/CONSTRUCTION CONTRACT/TUNNELING

SUDARAT CHOOTHOM: RISK ALLOCATION IN TUNNELING CONTRACTS
 USING TUNNEL BORING MACHINES. THESIS ADVISOR: ASST. PROF.
 VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D., 261 pp.

Tunnel construction is a large, complex, and expensive engineering project encompassing a variety of risk factors, which are different from those in ground construction. Effective risk management requires identifying crucial risk factors in the project and allocating such risk factors to every contractual party appropriately. The objectives of this research are to analyze risk allocation in construction contracts of tunneling projects using the earth pressure balance tunnel boring machines as well as to propose the guidelines of appropriate risk allocation and of improving tunneling contracts.

Based on literature review and interviews with nine experienced engineers, 34 risk factors are identified and classified into seven categories. The allocation of these risk factors is analyzed by investigating the tunneling contracts of five projects owned by three government agencies. It is found that the contract clauses address most of the aforementioned risk factors, a majority of which are allocated to the contractor, some are retained within the employer, and some are shared between the employer and the contractor.

The results are then incorporated with the ITA recommendations on contractual sharing of risks, FIDIC contract clauses, and general concepts from literature and research in order to establish a guideline for appropriate tunneling risk allocation. The guideline suggests fifteen, nine, and seven risk factors be allocated to contractor, employer, and both parties, respectively; whereas, the allocation of the other three risk factors depends upon project conditions. Moreover, the research proposes 25 important issues considered as a guideline for improving tunneling contracts.

The results guide contractual parties to be aware of critical risk factors and the limitation of risk allocation in current tunnel construction contracts. The proposed guideline of appropriate tunneling risk allocation and guideline for improving tunneling contract can be used to prepare tunneling contracts with appropriate risk allocation among the parties involved in the future.

DepartmentCivil Engineering.....

Student's signature

Field of study...Civil Engineering.....

Advisor's signature

Academic year2006.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหารทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล อาจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ และอาจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมทั้งให้คำแนะนำที่ดีและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณหน่วยงานภาครัฐ อันได้แก่ สำนักงานระบายน้ำ สังกัดกรุงเทพมหานคร การประปานครหลวง และการไฟฟ้านครหลวง ผู้ให้การอนุเคราะห์สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ และภาคเอกชนที่ได้สละเวลาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัย อีกทั้งให้แนวคิดและข้อเสนอแนะต่างๆ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่าน ผู้ศึกษาวิจัยรู้สึกทราบบ้างซึ่งจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีได้กล่าวนามข้างต้น ครอบครัว และเพื่อนทุกคนที่ได้สนับสนุนการเรียนและเป็นกำลังใจที่ดียิ่งให้ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความหมายของความเสี่ยง.....	5
2.2 ประเภทของความเสี่ยง.....	6
2.3 การบริหารความเสี่ยง.....	9
2.4 ความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	16
2.5 การบริหารความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	18
2.6 การจัดสรรความเสี่ยงในงานก่อสร้าง.....	21
2.7 รูปแบบสัญญาจ้างก่อสร้าง.....	27
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวกับสัญญาจ้างก่อสร้างในประเทศไทย.....	28
2.9 สรุปท้ายบท.....	30

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	32
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	32
3.2 คัดเลือกโครงการก่อสร้างอุโมงค์และรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและเอกสาร สัญญาจ้างก่อสร้างของแต่ละโครงการ.....	33
3.3 การระบุและการจำแนกปัจจัยเสี่ยงในระดับโครงการ.....	35
3.4 ศึกษาเนื้อหาสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์และสัญญาจ้างก่อสร้าง FIDIC เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดสรรความเสี่ยง.....	35
3.5 เสนอแนวทางการจัดสรรความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุงเนื้อหา สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ใช้ปัจจุบัน.....	36
3.6 ประมวลผลแนวทางที่เสนอด้วยวิธีการสัมภาษณ์.....	36
3.7 สรุปท้ายบท.....	37
บทที่ 4 การก่อสร้างและ โครงการก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะที่ศึกษา.....	38
4.1 การก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะระบบสมดุลแรงดันดิน.....	38
4.2 โครงการก่อสร้างอุโมงค์ด้วยเครื่องขุดเจาะที่ศึกษา.....	49
4.3 สรุปท้ายบท.....	60
บทที่ 5 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	61
5.1 ความหมายของปัจจัยเสี่ยง.....	61
5.2 กลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย.....	65
5.3 กลุ่มปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย.....	68
5.4 กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง.....	69
5.5 กลุ่มปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน.....	73
5.6 กลุ่มปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง.....	75
5.7 กลุ่มปัจจัยด้านการออกแบบ.....	79
5.8 กลุ่มปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง.....	81
5.9 สรุปท้ายบท.....	85

	หน้า
บทที่ 6 ผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์.....	87
6.1 เอกสารสัญญาจ้างก่อสร้างของโครงการที่ศึกษา.....	87
6.2 หลักการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยง.....	90
6.3 การจัดสรรความเสี่ยงของแต่ละกลุ่มปัจจัยเสี่ยง.....	92
6.4 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์แต่ละรูปแบบ.....	122
6.5 สรุปท้ายบท.....	138
บทที่ 7 ข้อเสนอแนะทางการจัดสรรความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุงเนื้อหา สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์.....	139
7.1 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้าง FIDIC.....	139
7.2 เปรียบเทียบการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์และ สัญญาจ้างก่อสร้าง FIDIC.....	158
7.3 แนวทางการจัดสรรความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุงเนื้อหา สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ในไทย.....	162
7.4 ข้อเสนอแนะการจัดสรรความเสี่ยง.....	166
7.5 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย.....	171
7.6 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย.....	173
7.7 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง.....	174
7.8 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน.....	178
7.9 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง.....	182
7.10 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านการออกแบบ.....	186
7.11 ข้อเสนอแนะของกลุ่มปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง.....	188
7.12 สรุปท้ายบท.....	195

	หน้า
บทที่ 8 บทสรุป.....	197
8.1 สรุปผลการวิจัย.....	197
8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	200
8.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต.....	201
รายการอ้างอิง.....	202
ภาคผนวก.....	206
ภาคผนวก ก ข้อสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละ กลุ่มปัจจัยเสี่ยง.....	207
ภาคผนวก ข รายละเอียดผู้ประเมินผลข้อเสนอแนะ.....	259
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	261

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความรับผิดชอบของฝ่ายต่างๆ ในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	24
2.2 ตัวอย่างการจัดสรรความเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	25
4.1 สรุปข้อมูลทั่วไปของโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษา.....	51
4.2 สรุปรูปแบบและขอบเขตงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการจัดทำและส่งมอบ โครงการ.....	55
4.3 เปรียบเทียบขอบเขตงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้องระหว่างระบบ Design-Build และ Design-Bid-Build.....	56
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดทำและส่งมอบ โครงการและรูปแบบการเบิกจ่าย	59
5.1 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	63
5.2 ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษา.....	84
5.3 ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษา.....	85
6.1 เมทริกซ์การจัดสรรความเสี่ยง (Risk Allocation Matrix) ในสัญญาจ้างก่อสร้าง ทั้ง 3 รูปแบบ.....	120
6.2 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 1.....	124
6.3 ผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 1.....	125
6.4 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 2.....	126
6.5 ผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 2.....	128
6.6 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 3.....	130
6.7 ผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 3.....	131
6.8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้าง ทั้ง 3 รูปแบบ.....	133
6.9 ปัจจัยเสี่ยงที่มีระบุการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาสอดคล้องกัน.....	136
6.10 ปัจจัยเสี่ยงที่มีระบุการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาต่างกัน.....	137
7.1 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้าง FIDIC.....	141
7.2 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่สอดคล้องกับสัญญาจ้าง FIDIC...	159

ตารางที่	หน้า
7.3 การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ต่างกับสัญญาจ้าง FIDIC.....	160
7.4 จำนวนผู้ประเมินผลข้อเสนอแนะ.....	168
7.5 ข้อเสนอแนะการจัดสรรความเสี่ยง.....	169
7.6 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงเนื้อหาสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่นำมาศึกษา.....	191
ข.1 รายละเอียดของผู้ประเมินผลข้อเสนอแนะ.....	260

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การจำแนกความเสี่ยงและความไม่แน่นอน.....	6
2.2 ประเภทของความเสี่ยงในโครงการก่อสร้าง.....	8
2.3 กระบวนการบริหารความเสี่ยง ที่มา Baker et al.	10
2.4 กระบวนการบริหารความเสี่ยง ที่มา Flanagan และ Norman.....	11
2.5 Probability-Impact Grid.....	12
2.6 แนวความคิดการตอบโต้ความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพ.....	15
2.7 การบริหารความเสี่ยงในแต่ละช่วงของงานก่อสร้างอุโมงค์.....	19
2.8 แผนผังปัญหาการจัดสรรความเสี่ยง.....	21
2.9 การแบกรับความเสี่ยงของผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างในแต่ละประเภทสัญญา.....	29
3.1 แผนภาพแสดงกระบวนการดำเนินงานวิจัยโดยรวม.....	34
4.1 ลักษณะเครื่องขุดเจาะระบบสมมูลแรงดันดิน.....	39
4.2 รายละเอียดเครื่องขุดเจาะระบบสมมูลแรงดันดิน.....	40
4.3 งานลำเลียงคานผนังอุโมงค์ถึงพื้นที่ก่อสร้าง.....	43
4.4 ขุดเจาะผ่านผนังปล่องอุโมงค์ชั่วคราว.....	45
4.5 การติดตั้งคานผนังอุโมงค์ถาวร.....	46
4.6 การขุดเจาะอุโมงค์โดยเครื่องขุดเจาะระบบสมมูลแรงดันดิน.....	47
4.7 ระบบสนับสนุนการขุดเจาะอุโมงค์.....	49
5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของปัจจัยเสี่ยง.....	61
5.2 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์.....	66
6.1 ทางเลือกการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้าง.....	91
6.2 สัดส่วนการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 1.....	126
6.3 สัดส่วนการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 2.....	128
6.4 สัดส่วนการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างรูปแบบที่ 3.....	132
6.5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้าง ทั้ง 3 รูปแบบ.....	134