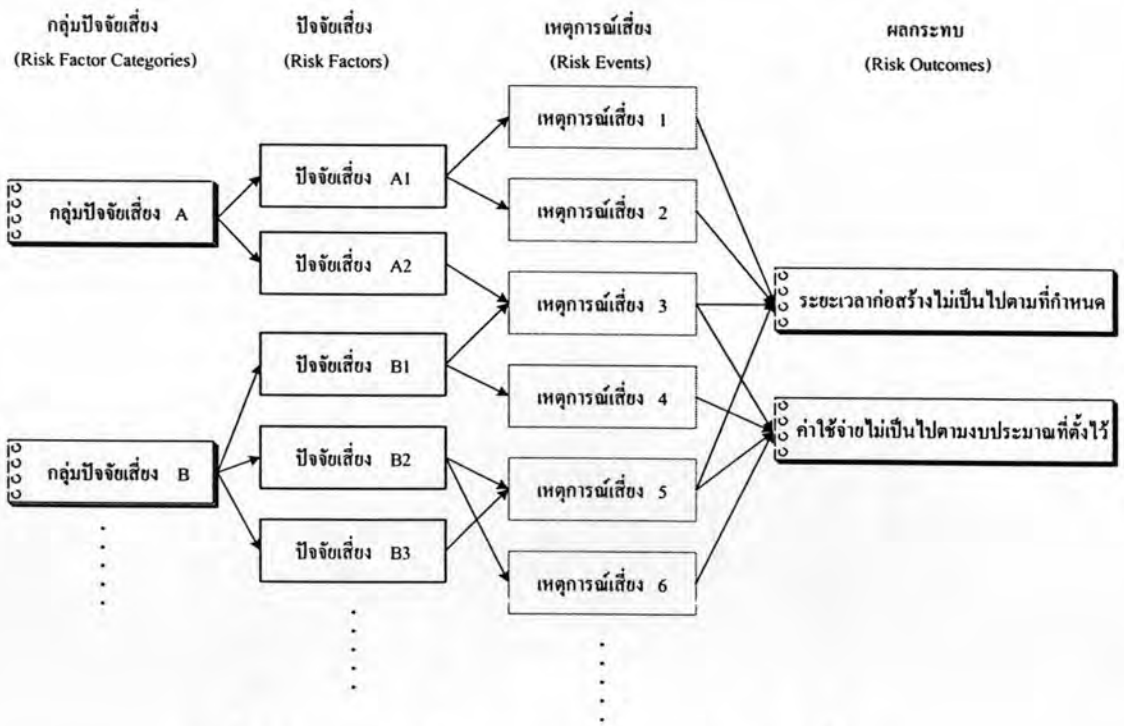
บทที่ 5

ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์

ภายหลังจากได้ศึกษาวิธีการขุดเจาะอุโมงค์ รายละเอียดของโครงการที่ศึกษา ประกอบกับการทบทวนเอกสารและงานวิจัย และข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากแต่ละโครงการ ทำให้สามารถระบุปัจจัยเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากกระบวนการก่อสร้างและจากการดำเนินโครงการ เพื่อนำมาจำแนกเป็นกลุ่มปัจจัยเสี่ยง ซึ่งรายละเอียดของปัจจัยเสี่ยงได้นำเสนอไว้ในบทนี้

5.1 ความหมายของปัจจัยเสี่ยง

ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors) หมายถึง สาเหตุทั้งจากภายในและภายนอกซึ่งสามารถก่อให้เกิดเหตุการณ์เสี่ยง (Risk Events) ขึ้นได้ โดยเหตุการณ์เสี่ยง คือ สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตและส่งผลกระทบต่อแผนหรือเป้าหมายของโครงการทำให้แตกต่างไปจากที่คาดการณ์ไว้ ความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยง เหตุการณ์เสี่ยง และผลกระทบ ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของปัจจัยเสี่ยง

จากรูปที่ 5.1 ปัจจัยเสี่ยงที่มาจากแหล่งของความเสี่ยงเดียวกันจะรวมเป็นกลุ่มปัจจัยเสี่ยง (Risk Factor Categories) โดยแต่ละปัจจัยเสี่ยงจะก่อให้เกิดเหตุการณ์เสี่ยงได้มากกว่า 1 เหตุการณ์เสี่ยง ในเหตุการณ์เสี่ยงหนึ่งๆ นั้นอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยเสี่ยงได้ และเมื่อเหตุการณ์เสี่ยงเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อโครงการในด้านระยะเวลาหรือด้านค่าใช้จ่าย โดย

1) ผลกระทบด้านเวลา คือ การก่อสร้างไม่เป็นไปตามที่กำหนดเนื่องจากงานแล้วเสร็จล่าช้า

2) ผลกระทบด้านค่าใช้จ่าย คือ เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้นจากงบประมาณที่ตั้งไว้

การระบุปัจจัยเสี่ยงในระดับโครงการ (Project-Level) ที่สำคัญ อันมีผลกระทบต่อโครงการก่อสร้างอุโมงค์ สำหรับงานวิจัยนี้ได้มาจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างต่างๆ และการก่อสร้างอุโมงค์โดยเฉพาะ ซึ่งได้มาจากการศึกษาของ Ahmed, Ahmad และ Saram (1999) Bing et al. (2005) Charoenngam และ Yeh (1999) Hatem (1998) Kangari (1995) Rahman และ Kumaraswamy (2002) Wang และ Chou (2003) โดยเฉพาะของ Ghosh และ Jintanapakanont (2004) ซึ่งระบุและประเมินปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคล ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างอุโมงค์ใต้ดินโดยใช้หัวเจาะอุโมงค์ระบบสมดุลแรงดันดินที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย นอกจากนี้ปัจจัยเสี่ยงยังได้จากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ภายในโครงการที่ศึกษา ทั้งฝ่ายผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และวิศวกร และการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารการทำงานจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลของปัจจัยเสี่ยงที่เคยเกิดขึ้นให้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น โดยเอกสารการทำงานจริงที่รวบรวมได้ คือ รายงานประจำวัน หรือที่เรียกว่า รายงานการทำงานประจำกะ (Tunneling Work Shift Report) ของโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาโครงการที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 9 เดือน (มกราคม - กันยายน พ.ศ. 2548)

จากปัจจัยเสี่ยงที่ได้นำไปสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในโครงการที่ศึกษาอีกครั้ง เพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในงานก่อสร้างอุโมงค์อันมีโอกาสเกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงการ แล้วจำแนกเป็นกลุ่มปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่มปัจจัยเสี่ยง ประกอบด้วย 34 ปัจจัยเสี่ยง ดังแสดงในตารางที่ 5.1 โดยจากทั้งหมดนี้จะนำไปใช้สำหรับวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงต่อไป

หากพิจารณาปัจจัยเสี่ยงที่รวบรวมได้นี้ตามแหล่งที่ก่อให้เกิดปัจจัยเสี่ยงและความสามารถในการควบคุมได้ สามารถแบ่งปัจจัยเสี่ยงออกได้เป็น 2 แหล่งที่มา คือ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ดังแสดงในรูปที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์

กลุ่มที่	รหัส	ลำดับที่	ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)
F1			**ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย**
	F11	1	การเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุอุปกรณ์
	F12	2	ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา
	F13	3	การเปลี่ยนแปลงกฎหมาย นโยบาย และข้อบังคับต่างๆ
F2			**ปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย**
	F21	4	สภาพอากาศที่เลวร้าย
	F22	5	เหตุสุดวิสัยเนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว ดินถล่ม น้ำท่วม ฯลฯ
	F23	6	เหตุสุดวิสัยจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การปฏิวัติ ภาวะสงคราม ฯลฯ
F3			**ปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง**
	F31	7	สภาพโครงการที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้
	F32	8	สภาพโครงการที่แตกต่างจากเงื่อนไข
	F33	9	ความถูกต้องและความเพียงพอในการสำรวจสภาพชั้นดินและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ
	F34	10	ความผิดพลาดในการตีความข้อมูลสภาพโครงการที่ผู้ว่าจ้างจัดให้
	F35	11	การดำเนินการจัดหาพื้นที่และเวนคืนที่ดินระหว่างก่อสร้าง
	F36	12	การส่งมอบสถานที่ก่อสร้างล่าช้า
	F37	13	การเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภคเดิมและการดูแลเฝ้าระวังการทรุดตัวของดิน
F4			**ปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน**
	F41	14	ความล่าช้าในการพิจารณาอนุมัติและตรวจรับงานโดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
	F42	15	ประสิทธิภาพ ประสบการณ์ และความรับผิดชอบของตัวแทนผู้ว่าจ้าง
	F43	16	ความชำนาญและความสามารถของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง และผู้จัดหาวัสดุ
	F44	17	ปัญหาด้านบุคลากรและแรงงานของผู้รับจ้าง
	F45	18	การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ หรือผู้รับจ้างช่วง
	F46	19	ปัญหาทางด้านการเงินของผู้รับจ้าง

ตารางที่ 5.1 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์ (ต่อ)

กลุ่มที่	รหัส	ลำดับที่	ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)
F5			**ปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง**
	F51	20	การคัดเลือกวิธีก่อสร้าง
	F52	21	การวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน
	F53	22	ความบกพร่องในการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง
	F54	23	ความพร้อมและคุณภาพของวัสดุและเครื่องจักรอุปกรณ์
	F55	24	การเคลื่อนย้ายและจัดการวัสดุจากการขุดเจาะ
	F56	25	การปฏิบัติงานที่ไม่ปลอดภัย
	F57	26	การปฏิบัติงานที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม
F6			**ปัจจัยด้านการออกแบบ**
	F61	27	ความบกพร่องของการออกแบบ
	F62	28	การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ
	F63	29	ความคลาดเคลื่อนและความไม่สมบูรณ์ของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบ
F7			**ปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง**
	F71	30	ความล่าช้าในการแก้ไขปัญหาข้อสัญญาและข้อโต้แย้ง
	F72	31	ความล่าช้าในการเบิกจ่ายเงินตามสัญญาและส่วนเพิ่มเติม
	F73	32	การเปลี่ยนแปลงงาน
	F74	33	ความล่าช้าในการประเมินและเจรจาตกลงส่วนเปลี่ยนแปลงงาน
	F75	34	ความแตกต่างของปริมาณงานที่ทำจริงกับปริมาณงานตามสัญญา

1) ปัจจัยภายนอก (External Factors) คือ ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่ได้เกิดจากการกระทำหรือการตัดสินใจของผู้ที่เกี่ยวข้องภายในโครงการ อันได้แก่ ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง วิศวกร โดยหมายรวมถึงผู้รับจ้างช่วงหรือผู้จัดหาวัสดุ และไม่สามารถควบคุมโอกาสในการเกิดได้โดยผู้ที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยเสี่ยงภายนอกนี้เกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ สภาพธรรมชาติ เป็นต้น แต่ส่งผลกระทบต่อโครงการก่อสร้าง จากรูปที่ 5.2 ปัจจัยภายนอกมี 7 ปัจจัยเสี่ยง จาก 3 กลุ่มปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

- กลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย
- กลุ่มปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย
- กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง

2) ปัจจัยภายใน (Internal Factors) คือ ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากการกระทำหรือการตัดสินใจของผู้ที่เกี่ยวข้องภายในโครงการ ดังนั้นจึงสามารถควบคุมโอกาสในการเกิดได้ จากปัจจัยเสี่ยงที่รวบรวมได้มี 27 ปัจจัยเสี่ยง ที่เป็นปัจจัยภายนอก จาก 5 กลุ่มปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

- กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง
- กลุ่มปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน
- กลุ่มปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง
- กลุ่มปัจจัยด้านการออกแบบ
- กลุ่มปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง

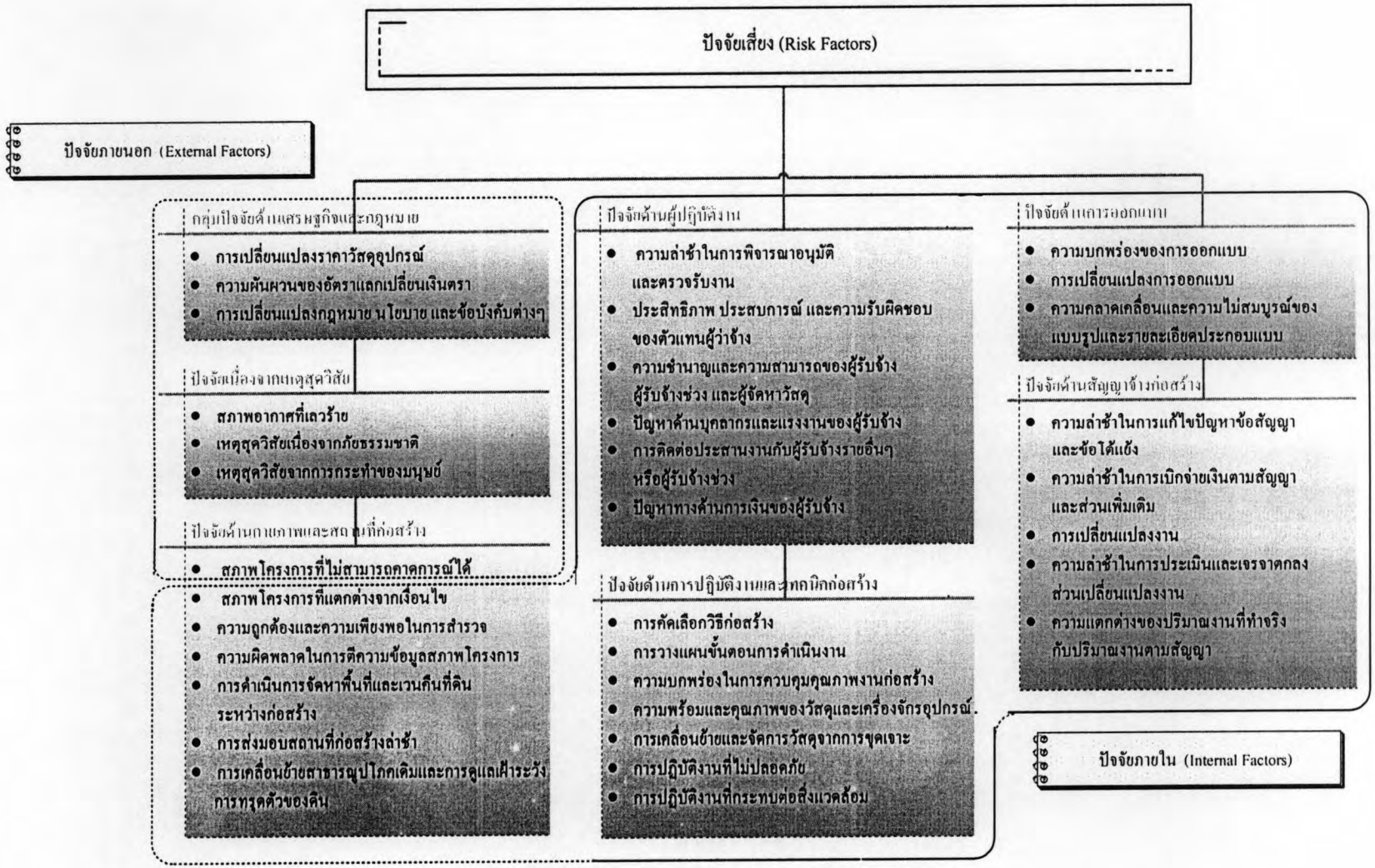
5.2 กลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย

กลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมายถือว่าเป็นปัจจัยภายนอกที่ไม่ได้เกิดจากการกระทำหรือการตัดสินใจของผู้ที่เกี่ยวข้องภายในโครงการ ประกอบด้วย 3 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) การเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุอุปกรณ์
2) ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา
3) การเปลี่ยนแปลงกฎหมาย นโยบาย และข้อบังคับต่างๆ

สภาวะเศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและสภาวะเศรษฐกิจโลกส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุอุปกรณ์ เช่น ปูนซีเมนต์ เหล็ก เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงราคาเครื่องจักรไม่ว่าจะเป็นกรณีการซื้อหรือการเช่า และการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มขึ้น (Cost Escalation) ทำให้มีผลต่อการได้กำไรหรือขาดทุนของผู้รับจ้าง โดยเฉพาะโครงการที่มีระยะเวลาก่อสร้างยาวนานอย่างเช่นการขุดเจาะอุโมงค์

สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสัญญาแบบปรับราคา ซึ่งในสัญญาจ้างมีระบุรายการงานที่สามารถปรับราคาได้พร้อมทั้งสูตรสำหรับแต่ละประเภทงาน การปรับแก้ราคาสามารถใช้ได้ทั้งกรณีเพิ่มหรือลดค่างานเดิมตามสัญญา เมื่อดัชนีราคาซึ่งจัดทำขึ้นโดยกระทรวงพาณิชย์มีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นหรือลดลงจากเมื่อวันเปิดซองประกวดราคา โดยค่า K (Escalation Factor) ที่นำมาปรับค่างานจะต้องหักด้วย 4 % เมื่อต้องเพิ่มค่างานหรือบวกเพิ่ม 4% เมื่อต้องเรียกค่างานคืน ดังนั้นในกรณีที่ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นผู้รับจ้างจะต้องรับภาระ 4% แรก สำหรับส่วนที่เกินขึ้นไปนั้นจะได้รับการชดเชยจากผู้ว่าจ้าง ซึ่งในการดำเนินโครงการก่อสร้างอุโมงค์พบว่าบ่อยครั้งที่มีการปรับราคาชดเชยให้แก่ผู้รับจ้าง แต่สัดส่วนที่ผู้รับจ้างได้รับชดเชยนั้นค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนที่ผู้รับจ้างต้องแบกรับ ส่วนกรณีการเรียกค่างานคืนนั้นไม่ค่อยมีปรากฏ



รูปที่ 5.2 ปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างอุโมงค์

นอกจากปัจจัยจากสภาวะเศรษฐกิจจะส่งผลให้ผู้รับจ้างมีต้นทุนการก่อสร้างสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุอุปกรณ์แล้ว ยังมีผลต่อความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา (Exchange Rate Fluctuation) โดยโครงการก่อสร้างอุโมงค์ในประเทศไทยนั้นสกุลเงินที่ผู้ว่าจ้างกำหนดจ่ายให้ผู้รับจ้างขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของเงินทุนของผู้ว่าจ้าง หากเป็นโครงการที่ใช้เงินงบประมาณแผ่นดินหรือเงินกู้ภายในประเทศสกุลเงินที่ใช้นั้นเป็นเงินบาททั้งหมด แต่หากมีบางส่วนเป็นเงินกู้จากต่างประเทศสกุลเงินที่ใช้มักเป็น 2 สกุลเงินหรือมากกว่า คือ สกุลเงินบาทร่วมกับสกุลเงินตามประเทศแหล่งที่มาของเงินทุน ส่วนการจ่ายเงินแต่ละงวดอาจจะแบ่งเป็นร้อยละของแต่ละสกุลเงิน หรือบางโครงการมีแบ่งรายการในบัญชีแสดงปริมาณงาน เช่น สำหรับค่าแรงงานและค่าดำเนินการผู้รับจ้างจะได้รับเป็นเงินบาท ส่วนค่าวัสดุและค่าเครื่องจักรอุปกรณ์จะได้รับเป็นอีกสกุลเงิน ดังนั้นผู้รับจ้างต้องเสนอราคาตามสกุลเงินที่ระบุไว้ด้วย นอกจากนี้มักจะระบุให้อัตราแลกเปลี่ยนของสกุลเงินที่ใช้ตายตัว เช่น ณ วันที่ตกลงทำสัญญา หรือ ณ วันที่ออกหนังสือแจ้งให้เป็นผู้ชนะการประกวดราคา (Letter of Award) ในบางโครงการมีการระบุขอบเขตร้อยละที่ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงได้ของอัตราแลกเปลี่ยน ดังนั้นการรับและจ่ายเงินระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างจะได้รับผลกระทบจากความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างวันที่ทำสัญญากับวันที่มีการจ่ายเงินซึ่งเป็นผลให้ค่าก่อสร้างอาจจะลดลงหรือเพิ่มขึ้น ในส่วนของผู้รับจ้างเองการจัดซื้อเครื่องจักรหนักที่มีมูลค่าสูงๆ ซึ่งส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ อย่างเช่น หัวเจาะอุโมงค์ ผู้รับจ้างจะต้องแบกรับภาระจากความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนที่เกิดขึ้นระหว่างวันที่ประมาณราคาและวันที่ตนเองจัดซื้อ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ทำให้ผู้รับจ้างเกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

การที่กฎหมาย พระราชบัญญัติ กฎระเบียบข้อบังคับ รวมถึงอัตราภาษี การจัดเก็บค่าธรรมเนียมต่างๆ ที่มีบังคับใช้เมื่อตอนตกลงทำสัญญามีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการบัญญัติขึ้นมาใหม่ในช่วงดำเนินงานก่อสร้างตามสัญญาโดยไม่ได้คาดการณ์ไว้หรือไม่สามารถคาดการณ์ได้ถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่ง ตัวอย่างกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ได้แก่ กฎหมายแรงงาน มาตรฐานค่าแรง กฎหมายสิ่งแวดล้อม และกฎระเบียบเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอุโมงค์ เช่น ประกาศกระทรวงเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่อับอากาศ นอกจากกฎระเบียบในประเทศไทยแล้วยังมีกฎระเบียบของต่างประเทศที่ในสัญญาระบุให้ครอบคลุมการดำเนินโครงการด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อโครงการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้โดยเฉพาะด้านการเงิน เช่น ทำให้ต้องมีการแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงอันก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

5.3 กลุ่มปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย

กลุ่มปัจจัยนี้ประกอบด้วย 3 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) สภาพอากาศที่เลวร้าย
2) เหตุสุดวิสัยเนื่องจากภัยธรรมชาติ
3) เหตุสุดวิสัยจากการกระทำของมนุษย์

เหตุสุดวิสัยเนื่องจากภัยธรรมชาติหรือที่เรียกว่า Act of God เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม แผ่นดินไหว และเหตุสุดวิสัยจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การจลาจล การปฏิวัติ และภาวะสงคราม เรียกรวมกันว่า Force Majeuer หมายถึง อุปสรรคที่ไม่สามารถคาดการณ์ ป้องกันขัดขวาง หลีกเลี่ยง และเอาชนะได้ ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีโอกาสเกิดขึ้นไม่มากนัก แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วส่งผลกระทบต่อโครงการค่อนข้างสูง

สภาพอากาศอาจมีผลต่อการทำงานขุดเจาะใต้ดินไม่มากเท่ากับการก่อสร้างทั่วไปบนดิน โดยในส่วนของการขุดเจาะอุโมงค์ที่ได้รับผลกระทบ คือ การทำงานที่อยู่ด้านบนและบริเวณปล่องอุโมงค์ เช่น การทำงานของเครนเพื่อลำเลียงชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์และน้ำปูนเกราต์เข้าไปยังพื้นที่ทำงานบริเวณหัวเจาะ หรือการลำเลียงดินจากการขุดเจาะออกไปทิ้ง ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วเครนจะทำงานประมาณทุกๆ $1^{1}/_{2} - 2$ ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับระยะห่างของหัวเจาะกับปล่องอุโมงค์ ขนาดของอุโมงค์ และประสิทธิภาพในการขุดเจาะ) ในกรณีที่ฝนตกไม่หนักมากหรือไม่ได้ตกตลอดเวลาจะมีผลต่อการทำงานของเครนไม่มากนัก แต่จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครนลดลง เนื่องจากต้องเพิ่มความระมัดระวังในการทำงานมากยิ่งขึ้น แต่หากสภาพอากาศเลวร้าย เช่น เกิดลมพายุ หรือฝนฟ้าคะนองรุนแรง อาจจำเป็นต้องหยุดการทำงานของเครนเพื่อความปลอดภัย

ส่วนเหตุสุดวิสัยทางธรรมชาติในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่เคยมีเกิดขึ้นแล้วส่งผลกระทบต่องานก่อสร้างอุโมงค์ คือ เหตุการณ์น้ำท่วม ดังเช่นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ส่งน้ำโครงการหนึ่ง เมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จจำเป็นต้องทดสอบคุณภาพของอุโมงค์และการไหลของน้ำ โดยหลังจากการทดสอบจะต้องระบายน้ำลงไปในลำคลองซึ่งขณะนั้นมีปริมาณน้ำสูงอยู่ซึ่งก็จะเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำเข้าไปอีกจึงทำให้ไม่สามารถทดสอบได้ในขณะนั้น และเป็นเหตุให้ต้องสั่งหยุดงานชั่วคราวเพื่อรอให้ปริมาณน้ำลดลงจึงสามารถทดสอบได้

5.4 กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง

กลุ่มปัจจัยนี้ประกอบด้วย 7 ปัจจัยเสี่ยง โดยปัจจัยที่ 2-7 เป็นปัจจัยภายในที่เกิดจากการกระทำหรือการตัดสินใจของผู้ที่เกี่ยวข้องภายในโครงการ ส่วนปัจจัยเสี่ยงที่ 1 เกิดจากความไม่แน่นอนของสภาพธรณีวิทยา จึงเป็นปัจจัยภายนอกที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของทุกฝ่าย

1) สภาพโครงการที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้
2) สภาพโครงการที่แตกต่างจากเงื่อนไข
3) ความถูกต้องและความเพียงพอในการสำรวจสภาพชั้นดินและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ
4) ความผิดพลาดในการตีความข้อมูลสภาพโครงการที่ผู้ว่าจ้างจัดให้
5) การดำเนินการจัดหาพื้นที่และเวนคืนที่ดินระหว่างก่อสร้าง
6) การส่งมอบสถานที่ก่อสร้างล่าช้า
7) การเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภคเดิมและการดูแลเฝ้าระวังการทรุดตัวของดิน

ปัจจัยเสี่ยงทางด้านกายภาพเกิดได้ทั้งกรณีที่การก่อสร้างประสบกับสภาพใต้ดินที่แตกต่างจากเงื่อนไขที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า (Differing Site Conditions) ซึ่งเป็นสภาพที่แตกต่างไปอย่างมากจากที่ระบุไว้ในเอกสารสัญญา ในกรณีนี้สภาพโครงการนั้นสมควรหรือสามารถคาดการณ์ได้หากมีข้อมูลจากการสำรวจที่เพียงพอก่อนการก่อสร้าง อีกกรณีหนึ่ง คือ สภาพโครงการที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ (Unforeseen Site Conditions) โดยผู้ที่มีประสบการณ์ เช่น การเปลี่ยนแปลงชั้นดินหรือระดับน้ำใต้ดินที่แตกต่างไปจากสภาวะปกติที่ควรจะเป็น เป็นต้น

สภาพใต้ดินที่แตกต่างจากเงื่อนไขที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้านั้น ส่วนใหญ่เป็นกรณีที่ประสบกับโครงสร้างใต้ดินที่ไม่มีข้อมูลแสดงไว้ในผลการสำรวจ ทำให้ไม่ได้วางแผนเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแนวเส้นทางขุดเจาะ เช่น การพบท่อน้ำประปาที่ไม่ได้มีแสดงไว้ในแบบการสำรวจสาธารณูปโภค โครงสร้างเก่า หรือเสาเข็มสะพานที่หักขณะทำการก่อสร้างแล้วไม่มีแสดงไว้ในแบบแสดงงานก่อสร้างตามจริง (As-Built Drawing) เป็นต้น ดังนั้นเมื่อขุดเจาะไปพบโครงสร้างเหล่านี้หัวเจาะไม่สามารถกัดผ่านไปได้ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขปรับปรุงคุณภาพทางวิศวกรรมของชั้นดิน (Soil Improvement) เพื่อให้แข็งแรงดีพอที่คนงานสามารถออกไปจัดการสิ่งกีดขวางเหล่านั้นให้พ้นแนวขุดเจาะ หรือบางครั้งอาจทำให้ฟันกัดดินเสียหายเนื่องจากกัดเข้ากับโครงสร้างเหล่านี้ ซึ่งเป็นผลให้งานหยุดชะงักและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

สภาพโครงการที่แตกต่างจากเงื่อนไขเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพชั้นดินหรือระดับน้ำใต้ดิน สำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งมีสภาพชั้นดินหลายประเภทที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาขณะขุดเจาะทำให้แตกต่างไปจากผลที่ได้จากการสำรวจ เช่น การขุดเจาะประสบกับชั้นดิน

ที่แข็งซึ่งยากลำบากต่อการขุดเจาะอันเป็นผลให้ลดทอนความก้าวหน้าของงาน หรือกรณีของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะต้องขุดเจาะผ่านชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) แต่เมื่อขุดเจาะจริงเป็นชั้นทรายที่มีการซึมผ่านของน้ำสูงกว่าชั้นดินเหนียวแข็ง หรือบริเวณที่สภาพดินเหลวมากเนื่องจากมีน้ำใต้ดินสูง ทำให้สกรูลำเลียงดินไม่สามารถลำเลียงดินขึ้นมาได้ ผู้รับจ้างจึงต้องแก้ไขโดยฉีดโฟมชนิดหนึ่งออกจากหัวเจาะเพื่อปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นพลาสติก ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

ในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาทั้ง 5 โครงการ แนวอุโมงค์วางตัวอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 20-33 เมตร ซึ่งเป็นชั้นดินเหนียวแข็งชั้นแรก (First Stiff Silty Clay) จนถึงชั้นทรายชั้นแรก (First Silty Sand) การที่อุโมงค์วางตัวอยู่ในระดับที่ค่อนข้างลึกเนื่องจากจำเป็นต้องให้ลอดผ่านสิ่งปลูกสร้างใต้ดินที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากซึ่งอยู่ในระดับลึก ตัวอย่างเช่น โครงสร้างของสะพานรถข้าม ทางด่วน และอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น โดยระดับน้ำใต้ดินของกรุงเทพมหานครอยู่ที่ประมาณ 23 เมตร ดังนั้นการขุดเจาะอุโมงค์จึงอยู่ในระดับที่ต้องประสบกับปัญหาน้ำใต้ดินอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผลจากน้ำใต้ดินนี้ทำให้ต้องใช้เวลาในการ Primary Grouting นานยิ่งขึ้นกว่าสภาวะน้ำใต้ดินปกติ และต้องปรับปรุงส่วนผสมสารละลายในน้ำปูนให้แข็งตัวเร็วยิ่งขึ้น ส่วนสภาพโครงการที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ที่โครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาเคยประสบ คือ ในระหว่างการขุดเจาะพบแก๊สธรรมชาติใต้ดินตลอดแนวขุดเจาะเป็นระยะทางประมาณ 100 เมตร ทำให้เกิดการระเบิดและลุกติดไฟขึ้นมา เป็นผลให้ผู้ปฏิบัติงานภายในอุโมงค์ได้รับบาดเจ็บและการทำงานหยุดชะงัก ซึ่งแก๊สธรรมชาตินี้ไม่ใช่สภาวะปกติที่จะพบได้ทั่วไป

สืบเนื่องจากสภาพทางธรณีวิทยาที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอและเป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้างอุโมงค์ โดยถึงแม้จะมีข้อมูลการเจาะสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนและการออกแบบซึ่งสามารถช่วยบรรเทาความเสี่ยงนี้ได้แต่เพียงบางส่วนเท่านั้น เพราะเนื่องจากเป็นไปไม่ได้ที่จะทราบสภาพทั้งหมดที่เป็นจริงได้ ดังนั้นการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างจึงทำได้เพียงบนพื้นฐานของข้อมูลที่ทราบเท่านั้น ดังนั้นผู้รับจ้างจึงบวกค่าเผื่อความเสี่ยง (Contingency) เข้าไปในราคาที่เสนอเพื่อให้ครอบคลุมความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น แต่เนื่องจากความเสี่ยงนี้อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้รับจ้างและเป็นสิ่งที่กำหนดปริมาณได้ยาก ค่าเผื่อความเสี่ยงนี้จึงมากกว่าปกติเพื่อป้องกันตนเองจากความเสียหายจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าก่อสร้างสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น หากความเสี่ยงไม่เกิดขึ้นจริงค่าเผื่อความเสี่ยงนี้จะตกเป็นกำไรของผู้รับจ้าง แต่ในทางกลับกันถ้าความเสี่ยงนั้นเกิดขึ้นมากกว่าค่าเผื่อความเสี่ยงที่ประมาณไว้ผู้รับจ้างอาจจะเกิดการสูญเสียได้ ดังนั้นข้อมูลการสำรวจที่เพียงพอและน่าเชื่อถือจึงมีความจำเป็น ซึ่งบางครั้งผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างอุโมงค์น้อยไม่เห็นความสำคัญของการสำรวจ หรือด้วยระยะเวลาการออกแบบและงบประมาณที่จำกัดจึงทำการสำรวจได้ไม่ครอบคลุม ประกอบกับขาดความชำนาญในการสำรวจทำให้ผลหรือ

การตีความที่ได้ผิดพลาด นอกจากนี้บ่อยครั้งที่ข้อมูลที่ดำเนินการโดยผู้ว่าจ้างมีระบุการปฏิเสธความรับผิดชอบในข้อมูล (Disclaim Site Information) ไว้ในข้อสัญญา เพื่อป้องกันหรือลดการเรียกร้องสิทธิจากผู้รับจ้าง ซึ่งช่วยให้ผู้ว่าจ้างพ้นจากความรับผิดชอบในความถูกต้องของข้อมูล

ในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่เก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ความรับผิดชอบในการเจาะสำรวจหาข้อมูลจะแตกต่างกันไปแล้วแต่รูปแบบของระบบการจัดทำและส่งมอบโครงการ โดยในโครงการที่เป็นระบบออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้างขอบเขตงานของวิศวกรออกแบบจะรวมไปถึงการเจาะสำรวจหาข้อมูลทางธรณีวิทยาเพื่อนำมาใช้ออกแบบ ส่วนข้อมูลของสาธารณูปโภคและสิ่งปลูกสร้างใต้ดินมีเพียงแบบรูปซึ่งได้จากการเดินสำรวจทางกายภาพคร่าวๆ เท่านั้น และไม่ได้มีการขอข้อมูลแบบก่อสร้างตามจริงจากหน่วยงานเจ้าของ เมื่อดำเนินการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องเจาะสำรวจเพิ่มเติมให้ละเอียดยิ่งขึ้น และเพื่อนำผลที่ได้มาตรวจสอบอีกครั้งกับข้อมูลของวิศวกร ส่วนโครงการระบบออกแบบ-ก่อสร้างข้อมูลการเจาะสำรวจทางธรณีวิทยาที่ใช้สำหรับการออกแบบและเป็นข้อมูลที่ส่งมอบให้ผู้รับจ้างนั้น บางโครงการไม่ได้มีการเจาะสำรวจใต้ดินใดๆทั้งสิ้น หรือในบางโครงการมีการเจาะสำรวจบ้างแต่ข้อมูลค่อนข้างน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง ส่วนการสำรวจสาธารณูปโภคและสิ่งปลูกสร้างใต้ดินนั้นกระทำคร่าวๆ เช่นเดียวกัน โดยการสำรวจทั้งหมดจะกระทำโดยผู้รับจ้างหลังจากตกลงทำสัญญาแล้ว

ข้อมูลจากการสำรวจทางธรณีวิทยามีประโยชน์สำหรับผู้รับจ้างมาก คือ เพื่อใช้วางแผนปรับสภาพการขุดเจาะให้เหมาะสมกับแต่ละสภาพดิน หรือสำหรับจัดเตรียมวัสดุผสมเพิ่มต่างๆ เพื่อใช้ปรับสภาพดินที่ขุดเจาะ ดังนั้นหากข้อมูลจากการสำรวจไม่เพียงพอหรือไม่น่าเชื่อถือ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมวัสดุผสมเพิ่มไว้หลายชนิดเพื่อให้ครอบคลุมสภาพดินที่อาจจะประสบ หรือถ้าหากไม่ได้จัดเตรียมวัสดุผสมเพิ่มไว้อาจจะทำให้การขุดเจาะหยุดชะงักเพื่อรอการจัดหา

นอกจากปัจจัยเสี่ยงเนื่องจากสภาพธรณีวิทยาแล้วยังมีปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากการจัดหาพื้นที่สำหรับก่อสร้างที่ไม่สามารถดำเนินการขออนุมัติต่างๆ เพื่อเข้าครอบครองและใช้งานที่ดินได้ ณ เวลาที่ต้องการ หรือ ณ ค่าใช้จ่ายที่ประมาณไว้ โดยถึงแม้ว่างานก่อสร้างอุโมงค์การคัดเลือกสถานที่ก่อสร้างดูเหมือนว่าจะมีความสำคัญไม่มากนัก เนื่องจากแนวของอุโมงค์วางอยู่ใต้ดินมีสิ่งปลูกสร้างบนดินบางจุดเท่านั้น เช่น ปล่องอุโมงค์ พื้นที่ชั่วคราวสำหรับกองเก็บชิ้นส่วน อุปกรณ์การทำงาน หรือดินจากการขุดเจาะ แต่ความเป็นจริงแล้วการคัดเลือกสถานที่ทั้งเพื่อจัดวางสิ่งปลูกสร้างบนผิวดินและแนวของอุโมงค์มีความสำคัญมาก โดยจำเป็นต้องพิจารณาถึงสิ่งปลูกสร้างและโครงสร้างสาธารณูปโภคทั้งบนดินและใต้ดิน ทั้งที่มีอยู่ในปัจจุบันและที่จะก่อสร้างในอนาคต แนวของอุโมงค์จะต้องลอดผ่านหรือวางตัวอยู่บนสิ่งปลูกสร้างเหล่านั้น โดยขณะก่อสร้างต้องไม่ส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างดังกล่าว การจัดตำแหน่งของปล่องอุโมงค์และพื้นที่ชั่วคราว

สำหรับเก็บชิ้นส่วนและอุปกรณ์การทำงานจะต้องคำนึงถึงระยะห่างตามความยาวของแนวอุโมงค์และความพร้อมของพื้นที่ที่สามารถจัดหาได้ เนื่องจากระยะทางนั้นจะมีผลต่อผลิตภาพในการขุดเจาะ

สำหรับโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น พื้นที่สำหรับก่อสร้างทั้งพื้นที่ชั่วคราวในการทำงานและแนวเส้นทางที่อุโมงค์ขุดเจาะผ่านเป็นการขอใช้พื้นที่จากหน่วยงานราชการอื่นๆ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเวนคืนที่ดิน เช่น กรุงเทพมหานคร การรถไฟแห่งประเทศไทย การก่อสร้างอุโมงค์ใต้ถนนของกรมทางหลวง และลำคลองสาธารณะ เป็นต้น สำหรับบางพื้นที่ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงแนวการขุดเจาะได้จำเป็นต้องมีการเวนคืนที่ดินหรือเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภคที่มีอยู่ออกไป โดยความรับผิดชอบในการประสานงานขอใช้พื้นที่และเวนคืนที่ดินนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ เช่น ในโครงการหนึ่งที่เป็นระบบออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง วิศวกรออกแบบที่ผู้ว่าจ้างจัดหามาจะรับผิดชอบประสานงานกับเจ้าของพื้นที่ตามแนวเส้นทางที่ตนเองออกแบบเพื่อให้แน่ใจว่าจะสามารถก่อสร้างได้ตามเส้นทางที่ออกแบบมา โดยการติดต่อขอใช้พื้นที่จะกระทำเรียบร้อยก่อนที่จะเปิดให้มีการประกวดราคา

ส่วนโครงการที่เป็นระบบออกแบบ-ก่อสร้าง ในขั้นตอนการออกแบบผู้ว่าจ้างจะกำหนดแนวการขุดเจาะให้อยู่ในพื้นที่ของหน่วยงานราชการและทำการประสานงานเบื้องต้นเพื่อขออนุญาตใช้พื้นที่จากหน่วยงานเจ้าของให้เรียบร้อยก่อนเปิดประกวดราคา โดยในระหว่างก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ในการประสานงานกับเจ้าของพื้นที่และการรื้อย้ายบ้านเรือนประชาชนที่อาศัยลุกล้ำเข้ามา ตัวอย่างปัญหาเกี่ยวกับการจัดหาพื้นที่ที่เคยเกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ เช่น ไม่สามารถก่อสร้างปล่องอุโมงค์ได้ตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างออกแบบไว้ เนื่องจากไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการประสานงานตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ หรือกรณีเกิดความสับสนทำให้ระบุตำแหน่งที่ต้องการก่อสร้างเข้าไปในเขตพื้นที่ของเอกชน ทำให้เมื่อก่อสร้างจริงต้องย้ายตำแหน่งและปรับแก้ไขแบบ หรือการใช้ขอใช้พื้นที่เพิ่มเติมซึ่งมักจะเกิดขึ้นบ่อยๆ เนื่องจากผู้รับจ้างต้องการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ เช่น การก่อสร้างปล่องทำงาน (Construction Shaft) เพิ่มเติมเพื่อช่วยให้งานก่อสร้างเร็วขึ้น ซึ่งกระบวนการขอใช้พื้นที่เพิ่มเติมนี้ค่อนข้างใช้ระยะเวลายาวนานและอาจเกิดความเสี่ยงที่จะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้พื้นที่ได้

กำหนดการส่งมอบพื้นให้ผู้รับจ้างจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ข้อกำหนดของสัญญา เช่น ผู้ว่าจ้างจะส่งมอบพื้นที่ให้ก็ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้ส่งหนังสือขอเข้าพื้นที่มายังผู้ว่าจ้าง โดยไม่มีกำหนดเวลาที่แน่นอนขึ้นอยู่กับว่าผู้รับจ้างจะขอเข้าพื้นที่เมื่อใด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น 1 เดือนภายหลังจากตกลงทำสัญญาแล้วเสร็จ อีกกรณีหนึ่ง คือ ผู้ว่าจ้างจะส่งมอบพื้นที่ให้ก็ต่อเมื่อได้ออกหนังสือแจ้งให้เริ่มงาน (Notice to Proceed) ให้แก่ผู้รับจ้างแล้ว ซึ่งโดยปกติหากผู้ว่าจ้างรับผิดชอบในการประสานงาน

การขอใช้พื้นที่จะกระทำเรียบร้อยแล้ว ยกเว้นในบางโครงการที่ความรับผิดชอบเป็นของผู้รับจ้าง จะถือว่าผู้ว่าจ้างได้ส่งมอบหน้าที่ในการติดต่อขอใช้พื้นที่ให้แก่ผู้รับจ้างแล้วหลังจากออกหนังสือแจ้งให้เริ่มงาน ดังนั้นหากมีปัญหาใดๆ ซึ่งเป็นความเสี่ยงของผู้รับจ้างที่ไม่สามารถอ้างเป็นเหตุไม่สามารถเริ่มงานได้

5.5 กลุ่มปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานในที่นี้ หมายถึง ผู้ว่าจ้าง ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง ผู้จัดหาวัสดุ และแรงงาน กลุ่มปัจจัยเสี่ยงนี้ประกอบด้วย 6 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) ความล่าช้าในการพิจารณาอนุมัติและตรวจรับงานโดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
2) ประสิทธิภาพ ประสบการณ์ และความรับผิดชอบของตัวแทนผู้ว่าจ้าง
3) ความชำนาญและความสามารถของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง และผู้จัดหาวัสดุ
4) ปัญหาด้านบุคลากรและแรงงานของผู้รับจ้าง
5) การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ หรือผู้รับจ้างช่วง
6) ปัญหาทางด้านการเงินของผู้รับจ้าง

ผู้ว่าจ้างเป็นฝ่ายที่มีความสำคัญต่อโครงการมากเนื่องจากเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งแล้วเสร็จและเป็นเจ้าของเงินลงทุน โดยเฉพาะในโครงการสาธารณูปโภคขนาดใหญ่อย่างเช่นอุโมงค์ที่ต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง โดยเงินทุนนี้เป็นงบประมาณจากภาครัฐซึ่งเป็นเงินของประชาชน ดังนั้นผู้ว่าจ้างจึงต้องบริหารการใช้งบประมาณให้เกิดประโยชน์สูงสุด บางครั้งกระทำผ่านตัวแทนผู้ว่าจ้าง ได้แก่ วิศวกรออกแบบ (Design Engineer) ซึ่งรับผิดชอบเฉพาะงานออกแบบ อาจจะเพียงการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) หรือรวมไปถึงการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) หรือวิศวกรที่ปรึกษา (Consulting Engineer) ซึ่งรับผิดชอบให้คำแนะนำต่างๆ ควบคุมการดำเนินงาน และประสานงานภายในโครงการแทนผู้ว่าจ้าง บางครั้งอาจจะเป็นบุคคลเดียวกับผู้ออกแบบก็ได้ที่เรียกว่า วิศวกรออกแบบและปรึกษา (Design and Consulting Engineer) ขอบเขตความรับผิดชอบของวิศวกรในแต่ละโครงการจะแตกต่างกันไป เช่น รับผิดชอบการสำรวจหาข้อมูลเพื่อใช้ออกแบบ ประสานงานกับเจ้าของพื้นที่เพื่อให้การออกแบบสอดคล้องกับพื้นที่ที่จัดหาได้ ช่วยผู้ว่าจ้างคัดเลือกผู้รับจ้าง จัดเตรียมเอกสารสัญญา ควบคุมการก่อสร้าง พิจารณาตรวจสอบแบบก่อสร้างก่อนที่จะเริ่มงาน และตรวจรับงานก่อนเสร็จสิ้นโครงการ เป็นต้น

ในกระบวนการพิจารณาอนุมัติเอกสาร แบบก่อสร้าง และวัสดุอุปกรณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากการที่ไม่มีระบุกรอบเวลาของการนำเสนอและการอนุมัติที่แน่นอน ซึ่งบ่อยครั้งที่ผู้รับจ้าง

ส่งให้พิจารณาอนุมัติในระยะเวลาที่กระชั้นชิดกับเวลาที่ต้องการใช้งาน หรือมีสาเหตุมาจากกระบวนการพิจารณาอนุมัติของหน่วยงานราชการที่มีหลายขั้นตอนทำให้ใช้ระยะเวลานาน ประกอบกับเอกสารที่นำเสนอมีจำนวนมากและการจัดเตรียมอย่างเร่งรีบ ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการแก้ไขเพื่อส่งอนุมัติอีกครั้ง ทำให้ไม่สามารถเริ่มงานก่อสร้างได้ตามแผนที่ต้องการ งานบางส่วนหยุดชะงัก หรือบางครั้งผู้รับจ้างจะต้องเจรจาขอเริ่มงานก่อสร้างไปก่อนซึ่งอาจเกิดปัญหาตามมาภายหลังได้

ผู้รับจ้างเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นผู้ดำเนินการให้ได้โครงการตามที่ต้องการ ดังนั้นความสามารถของผู้รับจ้างจึงมีความสำคัญต่อการแล้วเสร็จและคุณภาพของงาน โดยเฉพาะงานก่อสร้างอุโมงค์ที่มีความซับซ้อนจึงต้องการผู้รับจ้างที่มีความชำนาญและความสามารถพิเศษที่ต่างจากงานก่อสร้างทั่วไป ทั้งความสามารถเฉพาะด้านในเทคนิคการขุดเจาะอุโมงค์ ความพร้อมทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ บุคลากร และแรงงาน ความสามารถในการวางแผน แก้ไขปัญหา และติดต่อประสานงานกับฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบจากการวางแผนและประสานงานที่ไม่ดีอาจทำให้งานก่อสร้างไม่แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา และผู้รับจ้างอาจเกิดผลิตภาพในการทำงานที่ต่ำได้

นอกจากผู้รับจ้างหลักแล้วผู้รับจ้างช่วงและผู้จัดหาวัสดุก็มีผลต่อความสำเร็จของโครงการ การที่ผู้รับจ้างช่วงและผู้จัดหาวัสดุไม่สามารถปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จได้ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อทั้งโครงการ โดยถึงแม้งานก่อสร้างอุโมงค์จะมีการจ้างช่วงงานไม่มากนัก เช่น การจ้างช่วงงานขนย้ายดินจากการขุดเจาะ ผู้รับจ้างช่วงผลิตชิ้นคาดผนังอุโมงค์คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Segments) และคาดผนังอุโมงค์เหล็ก (Steel Segments) ซึ่งในโครงการที่ศึกษาแห่งหนึ่งพบว่ามีปัญหาคุณภาพคาดผนังอุโมงค์ที่ผลิตไม่ดีพอ เนื่องจากผู้รับจ้างช่วงไม่มีความชำนาญและไม่มีประสบการณ์ในการผลิตชิ้นส่วนคาดผนังอุโมงค์มาก่อน ทำให้งานที่ได้มีข้อบกพร่องเป็นผลให้ต้องสูญเสียเวลาในการทดสอบและแก้ไข นอกจากนี้ยังมีการจ้างช่วงแรงงาน เช่น งานเชื่อมท่อเหล็ก Secondary Lining

ปัญหาทางด้านการเงินของผู้รับจ้าง ตัวอย่างเช่น การที่ผู้รับจ้างไม่มีเงินทุนสำรอง หรือมีกระแสเงินสดไม่เพียงพอในการดำเนินงานแต่ละงวดให้แล้วเสร็จ ทำให้ไม่สามารถเบิกค่าใช้จ่ายจากผู้ว่าจ้างได้ ส่งผลให้งานก่อสร้างล่าช้าและอาจเกิดการทิ้งงานได้ ในกรณีนี้ผู้รับจ้างช่วงจะได้รับผลกระทบจากปัญหาด้านการเงินของผู้รับจ้างหลักด้วย ดังนั้นความสามารถทางการเงินจึงมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการด้วย ปัญหาทางด้านการเงินส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจาก

1) ความเสี่ยงเนื่องจากแหล่งเงินทุนไม่ให้อนุมัติเงินทุนแก่โครงการ ผลที่ตามมาทำให้ไม่มีเงินทุนในการดำเนินโครงการให้ก้าวหน้าหรือแล้วเสร็จได้

2) ความเสี่ยงที่ตัวแปรทางด้านการเงิน (Financial Parameter Risk) มีการเปลี่ยนแปลงก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าก่อสร้าง

ในปัจจุบันโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่มีภาครัฐเป็นผู้ว่าจ้างเงินทุนที่ใช้มาจากหลายแหล่ง เช่น เงินงบประมาณประจำปี เงินกู้ภายในประเทศ หรือเงินกู้ต่างประเทศ เป็นต้น ซึ่งในทุกกรณีผู้ว่าจ้างจะได้รับอนุมัติเงินทุนสำหรับโครงการมาเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะเปิดประกวดราคา ดังนั้นจึงไม่พบว่าเกิดปัญหาทางด้านการเงินสำหรับเบิกจ่ายแก่ผู้รับจ้าง ส่วนกรณีของผู้รับจ้างเงินทุนที่นำมาใช้จ่ายหมุนเวียนภายในโครงการได้มาจากหลายแหล่งเช่นเดียวกัน อาทิเช่น เงินทุนของบริษัท เงินกู้ภายในประเทศ เป็นต้น

5.6 กลุ่มปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง

กลุ่มปัจจัยเสี่ยงนี้ประกอบด้วย 7 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) การคัดเลือกวิธีก่อสร้าง
2) การวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน
3) ความบกพร่องในการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง
4) ความพร้อมและคุณภาพของวัสดุและเครื่องจักรอุปกรณ์
5) การเคลื่อนย้ายและจัดการวัสดุจากการขุดเจาะ
6) การปฏิบัติงานที่ไม่ปลอดภัย
7) การปฏิบัติงานที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในงานก่อสร้างอุโมงค์การคัดเลือกวิธีก่อสร้างและเทคนิคการขุดเจาะจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพโครงสร้างของชั้นดินและสภาพน้ำใต้ดิน ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพการขุดเจาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญในการคัดเลือกวิธีและเทคนิคการขุดเจาะ โดยปัจจัยเสี่ยงเกิดเนื่องจากการคัดเลือกกระทำโดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมลักษณะของชั้นดินทั้งหมดตลอดแนวขุดเจาะ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินทำให้เมื่อก่อสร้างจริงต้องปรับแก้วิธีก่อสร้างที่กำหนดไว้

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะได้กำหนดวิธีการก่อสร้างที่พิจารณาว่าเหมาะสมแล้ว ยังจำเป็นต้องมีการวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานที่ดี เช่น การกำหนดจำนวนของหัวเจาะที่จะใช้ จุดเริ่มต้นและ

จุดสิ้นสุดของการขุดเจาะ จำนวนปล่องทำงาน ระยะทางในการขุดเจาะแต่ละช่วง ระยะทางในการขนย้ายและลำเลียงวัสดุ และการจัดสรรทรัพยากรทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และแรงงานที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภาพตามที่ต้องการ ประกอบกับการปรับแก้แผนการทำงานให้สอดคล้องกับกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

ในระหว่างดำเนินโครงการแล้วจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง โดยส่วนที่สำคัญสำหรับงานอุโมงค์ คือ การควบคุมแนวขุดเจาะให้เป็นไปตามเส้นทางที่ออกแบบไว้ หากแนวขุดเจาะเบี่ยงเบนไปจากที่กำหนดอาจจะไปทำลายโครงสร้างใต้ดินของสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะบริเวณที่แนวขุดเจาะใกล้กับโครงสร้างที่สำคัญ เช่น ฐานรากของสะพาน ทางด่วน หรืออุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น ดังนั้นจำเป็นต้องให้ความใส่ใจในการควบคุมแนวขุดเจาะเป็นพิเศษ

ปกติแล้วงานก่อสร้างอุโมงค์จะดำเนินการตลอด 24 ชั่วโมง โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 กะ (Shift) โดยกำหนดให้วันอาทิตย์เป็นวันสำหรับตรวจซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หัวเจาะ ระบบควบคุมหัวเจาะ และอุปกรณ์สำรวจที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมแนวทิศทาง ค่าระดับของอุโมงค์และหัวเจาะ เป็นต้น การสำรวจแนวขุดเจาะอุโมงค์โดยทั่วไปจะทำทุกครั้งก่อนเริ่มงานของแต่ละกะเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับแก้สำหรับงานขุดเจาะต่อไป แต่ถึงแม้จะมีการควบคุมและตรวจสอบเป็นอย่างดีแล้วก็ตาม ความเบี่ยงเบนของแนวการขุดเจาะที่เกิดขึ้นยังคงมากกว่าที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ (Specifications) เช่น กำหนดให้เบี่ยงเบนได้ไม่เกิน 4 ซม. แต่เมื่อก่อสร้างจริงมักจะเกินกว่าที่กำหนดไว้เป็น 7-8 ซม. เป็นต้น

สาเหตุที่ทำให้แนวขุดเจาะเบี่ยงเบนเนื่องมาจากความบกพร่องของระบบควบคุมแนวขุดเจาะหรือสภาพดินที่ขุดเจาะแตกต่างไปจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ดังนั้นเมื่อหัวเจาะผ่านไปในบริเวณนี้จะต้องเปลี่ยนฟังก์ชั่นการขุดเจาะไปจากที่คาดการณ์ไว้ เช่น กำหนดให้ระบบการทำงานต่างๆ ของหัวเจาะเป็นสภาพดินเหนียวโดยปรับความเร็วของสกรูไว้ที่ระดับหนึ่ง แต่เมื่อสภาพขุดเจาะจริงเป็นทรายจึงจำเป็นต้องปรับสภาพการทำงาน เพราะเมื่อทรายได้รับการกระทบกระเทือนจะเป็นโพรงทำให้การเลี้ยวของหัวเจาะเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นหากยังคงทำงานในสภาพเดิมที่กำหนดไว้ระดับการขุดเจาะจะเบี่ยงเบนออกไปซึ่งกรณีนี้เกิดขึ้นบ่อยมาก โดยหากแนวการขุดเจาะเบี่ยงเบนออกไปจากที่ออกแบบไว้มากจะเกิดปัญหาที่สำคัญตอนที่หัวเจาะเข้าสู่ปล่องทำงานระหว่างทางหรือปล่องปลายทาง เนื่องจากไม่สามารถเจาะเข้าในตำแหน่งผนังปล่องอุโมงค์ชั่วคราวที่เจาะไว้ได้ ทำให้จำเป็นต้องเจาะช่องขึ้นมาใหม่ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและสูญเสียเวลาในการทำงานส่วนอื่นๆ ดังนั้นเมื่อตรวจสอบพบว่าแนวการขุดเจาะเบี่ยงเบนไปจากที่ออกแบบไว้จะต้องพยายามดึงแนวขุดเจาะกลับมา แต่จะกระทำได้ค่อนข้างลำบากเนื่องจากระบบต่างๆ ที่ต่อท้ายหัวเจาะค่อนข้างยาว

การควบคุมคุณภาพในส่วนอื่นๆ ของงานอุโมงค์ที่ต้องให้ความสำคัญ ได้แก่ คุณภาพของชิ้นส่วนคาดผนังอุโมงค์ที่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบ ทั้งหลังจากการผลิต ก่อนการประกอบ และหลังจากการประกอบแล้วเสร็จ โดยรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วนจะต้องสนิทกันโดยเฉพาะอุโมงค์ที่ใช้ประโยชน์สำหรับสายส่งไฟฟ้าหรืออุโมงค์ส่งน้ำจะห้ามไม่ให้มีการรั่วซึมของน้ำเข้าไป การทดสอบที่จำเป็น เช่น การวัดความดันของอุโมงค์ด้วยน้ำ (Hydrostatic Test) เป็นการตรวจสอบการรั่วของท่อเพื่อให้แน่ชัดว่าท่อสามารถทนต่อความดันที่กำหนดไว้ได้ หรือการทดสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมสำหรับ Secondary Segments เป็นต้น

นอกจากนี้การควบคุมคุณภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการขุดเจาะให้พร้อมปฏิบัติงานถือเป็นสิ่งสำคัญ โดยในแต่ละโครงการก่อสร้างอุโมงค์เครื่องจักรหลักๆ ที่เกี่ยวข้องมีไม่มากนัก เช่น หัวเจาะอุโมงค์ หัวรถจักรไฟฟ้า และรถเครนสำหรับขนชิ้นส่วนคาดผนังอุโมงค์ลงสู่พื้นที่ทำงานและลำเลียงดินที่ขุดเจาะออกภายนอกอุโมงค์ เป็นต้น ซึ่งโดยปกติแล้วการดูแลหัวเจาะจะกระทำเมื่อการขุดเจาะจากปล่องอุโมงค์หนึ่งไปถึงอีกปล่องอุโมงค์เสร็จสิ้นลง ก็จะทำการยกหัวเจาะขึ้นมาเพื่อดูแลซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่ฟันกัดดิน เนื่องจากฟันที่ไม่คมจะทำให้ขุดเจาะได้ช้า และในกรณีที่หัวเจาะเสียระหว่างการขุดเจาะจะต้องแก้ไขโดยกู้หัวเจาะออกมาด้วยการสร้างปล่องอุโมงค์เพิ่มเติมซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

จากการรวบรวมข้อมูลจากรายงานการทำงานประจำกะของโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาพบว่าเครื่องจักรที่มักมีปัญหาอันทำให้สูญเสียเวลาในการทำงาน คือ

- หัวเจาะอุโมงค์ ปัญหาความบกพร่องที่มักเกิดขึ้น ได้แก่ สายพานลำเลียงดินติดขัด เครื่องติดตั้งคาดผนังอุโมงค์มีปัญหาขณะติดตั้ง และกระแสไฟฟ้าภายในหัวเจาะขัดข้อง เป็นต้น
- Granty Crane จากข้อมูลที่รวบรวมได้มักจะเกิดเหตุการณ์ชำรุดทุกๆ เดือน ซึ่งอาจจะมากกว่า 5 ครั้งต่อเดือน โดยในแต่ละครั้งทำให้สูญเสียเวลาเพื่อซ่อมแซมประมาณ 1 ชั่วโมง
- หัวรถจักรไฟฟ้า ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ หัวรถจักรไฟฟ้ามีกำลังไม่เพียงพอในการลากจูงหรือเกิดการชำรุดระหว่างทำงานทำให้ต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่
- รางรถไฟ เมื่อเกิดความเสียหายขึ้นส่งผลให้ระบบขนส่งภายในอุโมงค์ที่ต้องใช้ราง อันได้แก่ รถขนส่งคาดผนังอุโมงค์ รถขนดิน รถขนน้ำปูนพร้อมระบบอัดน้ำปูน และรถโดยสาร เกิดอุบัติเหตุตกรางส่งผลให้ต้องสูญเสียเวลาในการกู้กลับซึ่งใช้เวลาประมาณ $^{1}/_{2}$–2 ชั่วโมงต่อครั้ง

ของเสียที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์มีทั้งส่วนที่เหมือนกับงานก่อสร้างทั่วไป ซึ่งเกิดจากการเตรียมการต่างๆ บนพื้นดิน แต่ของเสียที่สำคัญซึ่งเกิดจากการขุดเจาะและมีปริมาณ

ค่อนข้างมาก คือ ดินหรือโคลน ซึ่งเกิดขึ้นทุกๆ วันที่ทำงานขุดเจาะ ปริมาณดินนี้จะผันแปรไปตามขนาดและความยาวอุโมงค์ ดังนั้นการจัดเตรียมพื้นที่กองเก็บชั่วคราวหลังจากระบายดินออกมาจากภายในอุโมงค์และการจัดการจราจรเพื่อขนย้ายดินส่วนนี้ออกไปเพื่อใช้ประโยชน์หรือทิ้งในพื้นที่อื่นๆ เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งต้องพิจารณาวางแผนตั้งแต่เริ่มต้นโครงการและผู้รับจ้างจะต้องไม่ลืมคิดรวมราคาต้นทุนในส่วนนี้ด้วย ในโครงการก่อสร้างอุโมงค์บางโครงการหน่วยงานราชการที่เป็นเจ้าของพื้นที่จะอนุญาตให้นำดินที่ได้จากขุดเจาะบางส่วนมาทิ้งในพื้นที่ของตนเองได้ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีผู้รับจ้างช่วงมารับซื้อดินส่วนนี้จากผู้รับจ้าง โดยรับผิดชอบทั้งหมดในส่วนของการขนย้ายดินออกไปและการจัดหาพื้นที่ทิ้ง

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งต้องคำนึงถึงในการปฏิบัติงานก่อสร้าง เนื่องจากงานก่อสร้างนั้นเกี่ยวข้องกับบุคคลจำนวนมาก ทั้งเจ้าหน้าที่ คนงานภายในโครงการ และบุคคลภายนอกทั้งที่อาศัยอยู่หรือสัญจรไปมาบริเวณสถานที่ก่อสร้าง ประกอบกับการทำงานร่วมกับเครื่องจักรอุปกรณ์หลายชนิด สำหรับงานขุดเจาะอุโมงค์ซึ่งเป็นงานที่ทำลึกลงไปจากผิวดินและถึงแม้จะมีผู้ปฏิบัติงานภายในอุโมงค์จำนวนไม่มากนัก ตัวอย่างเช่น ในงานขุดเจาะอุโมงค์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เมตร การทำงานแต่ละกะมีผู้ปฏิบัติงานบริเวณหัวเจาะ พื้นปล่องอุโมงค์และด้านบนเฉลี่ยประมาณ 45 คน ประกอบด้วยวิศวกรงานอุโมงค์ 2 คน หัวหน้าคนงาน (Foreman) 4 คน ผู้บังคับหัวเจาะ (TBM Operator) 2 คน ผู้ติดตั้งชิ้นส่วน (Erector Operator) 2 คน ผู้ควบคุมหัวรถจักร (Locomotive Operator) 3 คน คนขับเครน 2 คน คนงาน 25 คน ช่างไฟฟ้าและช่างเครื่องกลอย่างละ 2 คน และเจ้าหน้าที่ดูแลด้านความปลอดภัย 1 คน แต่เนื่องจากพื้นที่สำหรับทำงานและจัดวางเครื่องมืออุปกรณ์มีค่อนข้างจำกัดซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของอุโมงค์ (ในโครงการที่เก็บรวบรวมข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของอุโมงค์ 2-5 เมตร) ประกอบกับระบบสนับสนุนระบบขนส่งที่นำมาประกอบไว้ในอุโมงค์จำนวนมาก จึงทำให้พื้นที่ว่างในการทำงานหรือสัญจรไปมายิ่งน้อยลง เป็นผลให้การปฏิบัติงาน การสังเกต การตรวจวัด และการควบคุมต่างๆ ทำได้ค่อนข้างลำบากจึงมีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้นความปลอดภัยจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินงานขุดเจาะอุโมงค์ ดังจะเห็นได้จากโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาแห่งหนึ่งได้จัดลำดับให้ความปลอดภัยในงานอุโมงค์มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดมาตรการเป็นลำดับแรก

จากข้อมูลที่รวบรวมได้จากรายงานการทำงานประจำกะพบว่าบ่อยครั้งที่อุบัติเหตุเกิดขึ้นในขั้นตอนการลำเลียงดินและดาดผนังอุโมงค์ เช่น ขบวนรถจักรสับหลีกกันไม่พ้นทำให้เกิดอุบัติเหตุชนกัน หรืออุบัติเหตุอันทำให้ชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์เสียหายระหว่างการขนส่ง ซึ่งทำให้สูญเสียเวลาในการนำชิ้นใหม่เข้ามา และในขั้นตอนการติดตั้งดาดผนังอุโมงค์อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น ดาดผนังอุโมงค์เสียหายระหว่างการติดตั้ง หรือคนงานได้รับบาดเจ็บจากการโดนชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์

หรือรถขนดินกระแทกเข้ากับมือขณะขนย้าย เป็นต้น ส่วนอุบัติเหตุร้ายแรงที่เคยเกิดขึ้นนั้นมีไม่บ่อยครั้งนัก แต่ที่เคยมีเกิดขึ้น คือ อุบัติรถปั้นจั่นเคลื่อนที่ (Mobile Crane) ตกลงไปในปล่องอุโมงค์ขณะยกรถขนดินขึ้นมาเป็นผลให้ต้องหยุดการทำงานหลายวัน

ผลกระทบต่อสภาพสิ่งแวดล้อมอันทำให้สถานที่ก่อสร้างเกิดสภาวะมลพิษเป็นความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้สถานที่โครงการตลอดช่วงสัญญา ส่งผลให้ต้องมีพันธะในการควบคุมดูแลและทำความสะอาดให้กลับสู่สภาพเดิม (Clean-Up and Rehabilitation) และเหมาะสมกับการใช้งานในอนาคต ผลที่ตามมา คือ ภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นและโครงการเกิดความล่าช้าเนื่องจากสูญเสียเวลาในการแก้ไขปัญหา สำหรับโครงการก่อสร้างอุโมงค์ซึ่งเป็นการก่อสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานที่มีลักษณะเป็นแนวยาว (Linear Infrastructure) ซึ่งขุดเจาะผ่านหลายพื้นที่ โดยถึงแม้พื้นที่ที่แนวอุโมงค์ผ่านนั้นจะเป็นพื้นที่ของหน่วยงานราชการก็ตาม แต่การก่อสร้างที่เป็นแนวยาวย่อมส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยข้างเคียง ปัญหาที่มักเกิดขึ้นและเป็นสาเหตุให้เกิดการร้องเรียนจากชาวบ้าน คือ แรงสั่นสะเทือน ฝุ่น และเสียงรบกวน ที่เกิดจากการทำงานและรถบรรทุกขนย้ายดินซึ่งทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างอุโมงค์แบ่งออกได้เป็น 5 ด้าน (มานิต ปานเอม, 2549) ได้แก่

1) ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ
2) ผลกระทบต่อระดับเสียงโดยทั่วไป
3) ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและการป้องกันน้ำท่วม
4) ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือน
5) ผลกระทบต่อการจราจร

5.7 กลุ่มปัจจัยด้านการออกแบบ

กลุ่มปัจจัยเสี่ยงที่มีสาเหตุมาจากการออกแบบประกอบด้วย 3 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) ความบกพร่องของการออกแบบ
2) การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ
3) ความคลาดเคลื่อนและความไม่สมบูรณ์ของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบ

ปัญหาของการออกแบบเป็นความเสี่ยงที่การออกแบบนั้นไม่สามารถก่อให้เกิดโครงการได้ตามจุดมุ่งหมายของการออกแบบ (Design Intent) ณ ค่าใช้จ่ายที่คาดการณ์ หรือการใช้ประโยชน์จากสิ่งปลูกสร้างไม่เพียงพอตามที่ต้องการ (Inadequacy of Service) โดยการออกแบบที่ไม่ดีและความไม่สอดคล้องของแบบรูปและวิธีการก่อสร้างย่อมส่งผลต่อความสามารถในการก่อสร้างได้

(Constructibility of Design) ซึ่งเป็นผลให้ต้องปรับแก้ไขแบบรูปบ่อยครั้ง และอาจจะไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างได้ตามแผนที่วางไว้

แบบรูปเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารความตั้งใจของตนไปยังผู้ปฏิบัติงาน แต่บ่อยครั้งที่ระยะเวลาและงบประมาณที่ผู้ว่าจ้างจัดสรรให้ผู้ออกแบบสำหรับจัดทำแบบรูปมีจำกัด ดังนั้นผู้ออกแบบจึงจัดทำแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบที่เป็นพื้นฐานทั่วไปและไม่ละเอียดเพียงพอ อันเป็นสาเหตุให้ผู้รับจ้างเกิดความคลุมเครือและไม่สามารถเข้าใจในความต้องการของผู้ออกแบบได้ ซึ่งความสมดุลระหว่างรายละเอียดที่มากเกินไปกับน้อยเกินไปในแบบรูปหรือรายละเอียดประกอบแบบนั้นมักเป็นที่โต้เถียงกันไม่สิ้นสุดระหว่างผู้รับจ้างและผู้ออกแบบ ในกรณีที่รายละเอียดประกอบแบบระบุรายละเอียดไม่เพียงพอหรือกำกวมถือว่าเป็นปัญหาที่เสมือนผลักภาระให้ผู้รับจ้างต้องจินตนาการว่าควรก่อสร้างอย่างไร และบางครั้งผู้รับจ้างพยายามตีความด้วยตนเองโดยปราศจากการยืนยันจากวิศวกรเป็นผลให้การตีความผิดพลาด ผลที่ตามมา คือ เมื่อผู้รับจ้างเสนอเพื่อขออนุมัติและปรากฏว่าต่ำไปกว่าเกณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างต้องการ จะทำให้ไม่ได้รับการอนุมัติและต้องสูญเสียเวลาแก้ไขใหม่ แต่ถ้าหากรายละเอียดในแบบรูปหรือรายละเอียดประกอบแบบมากเกินไปจะนำไปสู่โอกาสเกิดความขัดแย้ง สับสน และข้อผิดพลาดได้

โครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่เป็นระบบออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง วิศวกรออกแบบจะรับผิดชอบทั้งงานออกแบบเบื้องต้นและงานออกแบบรายละเอียดให้มีรายละเอียดเพียงพอที่ผู้รับจ้างสามารถจัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) ได้ โดยผู้ออกแบบมีสิทธิในการออกแบบหรือให้รายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมระหว่างก่อสร้างเพื่อช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยภายใต้สิทธินี้จะไม่มีผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ซึ่งมักจะเป็นปัญหาเนื่องจากผู้รับจ้างมักไม่ยินยอมกับการแก้ไขเพิ่มเติม ส่วนโครงการที่เป็นระบบออกแบบ-ก่อสร้าง ผู้รับผิดชอบในงานออกแบบรายละเอียด คือ ผู้รับจ้าง โดยจะต้องรับผิดชอบออกแบบให้เป็นไปตามข้อเสนอวิธีการก่อสร้างของผู้รับจ้าง วิเคราะห์หาค่าตัวแปรสำหรับออกแบบให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ กำหนดรูปแบบชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์ และอื่นๆ ให้เหมาะสมกับสภาพชั้นดิน น้ำหนักบรรทุก วิธีการก่อสร้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยรายละเอียดและแบบรูปเบื้องต้นที่ได้จากผู้ว่าจ้างเป็นเพียงคร่าวๆ เท่านั้น เช่น ขนาดของอุโมงค์ ความลาด ความยาว แนวเส้นทางอุโมงค์โดยประมาณ ความหนาต่ำสุด และจำนวนชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์ เป็นต้น

ในโครงการก่อสร้างอุโมงค์การเปลี่ยนแปลงการออกแบบที่แตกต่างไปจากที่ผู้ว่าจ้างจัดให้มักเกิดจากอุปสรรคที่พบระหว่างก่อสร้าง ซึ่งเป็นผลให้ต้องเปลี่ยนแปลงแนวหรือระดับการขุดเจาะ อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ คือ ความต้องการของผู้รับจ้าง โดยเฉพาะในโครงการที่เป็นระบบออกแบบ-ก่อสร้าง ซึ่งพบว่าการขอเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบ่อยครั้ง เช่น การขอ

เปลี่ยนแปลงรูปแบบการยึดชิ้นส่วนดาดผนังอุโมงค์ให้เป็นรูปแบบที่ผู้รับจ้างคุ้นเคยเพื่อให้สามารถผลิตและทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น หรือกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการก่อสร้างปล่องทำงานเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถดำเนินงานติดตั้งดาดผนังอุโมงค์ Secondary Segments ไปได้พร้อมกับการขุดเจาะส่วนอื่นๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดหรือรายการคำนวณเพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนเริ่มงาน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงการออกแบบโดยผู้ว่าจ้างที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์นั้นมีไม่บ่อยครั้งนัก โดยที่เคยมีเกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากความบกพร่องในการออกแบบ เช่น การกำหนดตำแหน่งของปล่องอุโมงค์ที่ผิดพลาดเข้าไปอยู่ในพื้นที่ของเอกชน เป็นผลให้ต้องย้ายตำแหน่งและเปลี่ยนแปลงการออกแบบ และเป็นผลให้ต้องเปลี่ยนแปลงแนวขุดเจาะด้วย หรือในกรณีที่การออกแบบเบื้องต้นกำหนดให้ใช้ดาดผนังอุโมงค์คอนกรีตเสริมเหล็กโดยไม่ได้คำนึงถึงรัศมีความโค้งในการขุดเจาะ เมื่อก่อสร้างจริงจึงไม่สามารถกระทำได้เป็นผลให้ต้องเปลี่ยนมาใช้ดาดผนังอุโมงค์เหล็กซึ่งมีราคาสูงกว่า นอกจากนี้ความต้องการจากหน่วยงานภายนอกที่เป็นเจ้าของพื้นที่ที่ขุดเจาะอุโมงค์ผ่านก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้องแก้ไขการออกแบบ เช่น ความต้องการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง สะพานลอยรถข้าม หรือสะพานลอยคนข้ามเพิ่มเติมขึ้นมาภายหลัง โดยการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องมีการเจรจาตกลงตามกระบวนการประเมินส่วนเปลี่ยนแปลงงาน

5.8 กลุ่มปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง

กลุ่มปัจจัยเสี่ยงนี้ประกอบด้วย 5 ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่

1) ความล่าช้าในการแก้ไขปัญหาข้อสัญญาและข้อโต้แย้ง
2) ความล่าช้าในการเบิกจ่ายเงินตามสัญญาและส่วนเพิ่มเติม
3) การเปลี่ยนแปลงงาน
4) ความล่าช้าในการประเมินและเจรจาตกลงส่วนเปลี่ยนแปลงงาน
5) ความแตกต่างของปริมาณงานที่ทำจริงกับปริมาณงานตามสัญญา

สัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นไปตามรูปแบบของแต่ละหน่วยงานผู้ว่าจ้างซึ่งมักใช้ตามโครงการก่อนหน้า โดยผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรที่ผู้ว่าจ้างจัดหามาทำการปรับแก้บางส่วนให้เหมาะสมกับแต่ละโครงการมากยิ่งขึ้น สัญญาจ้างก่อสร้างนั้นควรเป็นข้อตกลงที่คู่สัญญาทั้งสองฝ่ายมีความเข้าใจตรงกัน แต่ปัญหาที่มักเกิดขึ้น คือ ความขัดแย้ง และความไม่ชัดเจนของข้อสัญญา เนื่องจากเอกสารที่เกี่ยวข้องนั้นมีหลายประเภท ระยะเวลาในการจัดเตรียมที่จำกัด ประกอบกับลักษณะโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่เป็นงานที่ซับซ้อนและมีรายละเอียดเฉพาะด้าน ซึ่งบ่อยครั้งที่

ความคิดเห็นของทั้งสองฝ่ายไม่พ้องกัน แล้วนำไปสู่ความเข้าใจหรือการตีความที่ต่างกัน เป็นผลให้เกิดประเด็นปัญหาต้องมีการเจรจาตกลงหรือปรับแก้ข้อสัญญา โดยการแก้ไขปัญหาที่ล่าช้าหรือการแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับปัญหาที่ไม่ทันเวลาสามารถทำลายความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างทุกฝ่าย ทำลายความก้าวหน้าของงาน และอาจก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมขึ้นมาได้

การแก้ไขปัญหาข้อสัญญาและข้อโต้แย้งนั้น ในแต่ละโครงการจะกำหนดผู้มีอำนาจตัดสินใจ เช่น เมื่อเกิดปัญหาข้อสัญญาจะต้องส่งเรื่องให้กองกฎหมายของฝ่ายผู้ว่าจ้างพิจารณา แล้วให้ผู้อำนวยการมีอำนาจในการตัดสินใจ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องทั่วไป เช่น ความขัดแย้งของรายละเอียดประกอบแบบ หรือข้อสัญญา เป็นต้น สำหรับในโครงการก่อสร้างอุโมงค์กรณีที่เคยมีการฟ้องร้องและต้องส่งเรื่องให้อัยการสูงสุดตีความซึ่งก็ยังหาข้อยุติไม่ได้จึงต้องใช้กระบวนการอนุญาโตตุลาการ คือ ค่าปรับงานล่าช้า ซึ่งเป็นกรณีที่เงินค่าปรับนั้นมีมูลค่าสูง ผู้รับจ้างจึงร้องเรียนเพื่อขอลดหย่อน โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการอนุญาโตตุลาการนั้นค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างจะต้องร่วมกันรับผิดชอบ ดังนั้นผู้รับจ้างจึงต้องพิจารณาว่าคุ้มค่าหรือไม่ในการร้องเรียน

ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นในเบิกจ่ายเงินของผู้ว่าจ้างไม่ว่าจะเป็นส่วนที่มีระบุไว้ตามสัญญาหรือส่วนเพิ่มเติมจากการเปลี่ยนแปลงงานจะเกี่ยวข้องกับรอบเวลาในการจ่ายเงิน (Payment Cycle) และระบบการวัดเพื่อจ่ายเงิน (Measurement of Pay Items) หากการเบิกจ่ายค่างานมีความล่าช้ากว่าที่ระบุไว้ในสัญญาหรือล่าช้ากว่าที่ผู้รับจ้างวางแผนควบคุมการเงินไว้ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแผนบริหารการเงิน ความสามารถในการจัดซื้อวัสดุ หรือการจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างช่วง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการวางแผนด้านการเงินของผู้รับจ้างจะใช้ระบบเงินสดหมุนเวียน (Cash Flow) ภายในโครงการ ดังนั้นหากการเบิกจ่ายเงินมีความล่าช้าเกิดขึ้นเป็นเวลานาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเงินสดเข้ามาเพิ่มเติมในระบบเพื่อให้โครงการเกิดสภาพคล่อง ซึ่งเป็นผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมา

ในโครงการที่ศึกษาส่วนใหญ่กำหนดการเบิกจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างทุกๆ 1 เดือน ซึ่งเป็นปกติของงานก่อสร้างทั่วไป แต่มีหนึ่งโครงการที่กำหนดระยะเวลาการเบิกจ่ายเงินให้ผู้รับจ้างเป็นทุกๆ 3 เดือน ซึ่งกำหนดงวดการเบิกจ่ายเงินนี้มีระบุไว้ตั้งแต่การประกวดราคา ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเงินสำรองให้เพียงพอในการดำเนินงานแต่ละงวด โดยความล่าช้าในการจ่ายเงินนั้นขึ้นอยู่กับหน่วยงานผู้ว่าจ้าง ซึ่งบางหน่วยงานที่มีระบบการจ่ายเงินค่อนข้างละเอียด มีการตรวจสอบเอกสารทางการเงินหลายขั้นตอน ประกอบกับการที่โครงการก่อสร้างอุโมงค์เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีการเบิกจ่ายเงินจำนวนมากในแต่ละงวดงาน ซึ่งเป็นผลให้เกิดความล่าช้าในการเบิกจ่ายเงิน ดังที่พบในโครงการแห่งหนึ่งที่ศึกษา ผู้รับจ้างได้รับเงินงวดงานหลังจากยื่นเรื่องขอเบิกประมาณ 4-5 เดือน เนื่องจากไม่ได้มีกำหนดระยะเวลาการจ่ายเงินที่แน่นอนไว้ในข้อสัญญา

การเปลี่ยนแปลงงานในโครงการก่อสร้างเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกโครงการ เนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ความต้องการใช้ประโยชน์ของผู้ว่าจ้างที่เปลี่ยนไป อุปสรรคที่พบระหว่างก่อสร้าง หรือรูปแบบการก่อสร้างที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะกับการใช้งาน เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงงานแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ (Jervis และ Leven, 1988)

1) การเปลี่ยนแปลงโดยคำสั่ง (Direct Change) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีคำสั่งมาจากผู้ว่าจ้างหรือวิศวกร ผ่านหนังสือคำสั่งการเปลี่ยนแปลง (Change Order)

2) การเปลี่ยนแปลงงานโดยผลการตีความ (Constructive Change) เกิดเนื่องจากปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่คำสั่งการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากประสบกับสภาพที่ไม่ได้คาดการณ์หรืออุปสรรคที่พบระหว่างก่อสร้าง เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงงานและการเปลี่ยนแปลงการออกแบบมีผลสืบเนื่องกัน โดยหากมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบย่อมเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงงาน หรือการเปลี่ยนแปลงงานในบางครั้งเป็นเหตุให้ต้องแก้ไขการออกแบบ ส่วนของงานก่อสร้างอุโมงค์ที่มักมีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่ตกลงทำสัญญา ได้แก่ ระยะทางในการขุดเจาะ ซึ่งอาจจะเพิ่มมากขึ้นหรือลดลง อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงแนวขุดเจาะหรือเนื่องจากปริมาณที่ระบุในสัญญานั้นเป็นปริมาณคร่าวๆ ดังนั้นเมื่อก่อสร้างจริงจึงแตกต่างไปจากที่ระบุค่อนข้างมาก หรือการเปลี่ยนแปลงดาดผนังอุโมงค์ เช่น เปลี่ยนแปลงดาดผนังอุโมงค์จากคอนกรีตเสริมเหล็กตามที่ผู้ว่าจ้างออกแบบไว้เป็นดาดผนังอุโมงค์เหล็ก หรือในทางตรงกันข้ามเปลี่ยนแปลงเหล็กเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับกรณีอื่นๆ เกิดเนื่องจากอุปสรรคที่ประสบระหว่างขุดเจาะและจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายให้พ้นแนวขุดเจาะ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างพิจารณาว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงงานจะต้องมีการเจรจาตกลงเกี่ยวกับปริมาณงาน ค่าใช้จ่าย หรือระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเปรียบเทียบกับที่ตกลงไว้ตอนทำสัญญา โดยกระบวนการพิจารณาและอนุมัติส่วนเปลี่ยนแปลงนี้ใช้เวลาค่อนข้างนานประมาณ 1-3 เดือน ซึ่งบางครั้งเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถเริ่มงานได้จนกว่าการเจรจาตกลงจะแล้วเสร็จ

ความแตกต่างของปริมาณงานที่ทำจริงกับปริมาณงานตามสัญญาอาจจะไม่มีผลสำหรับโครงการที่การจ่ายเงินแบบเหมาจ่าย เนื่องจากอย่างไรก็ตามผู้รับจ้างจะได้รับเงินตามสัญญาทั้งหมด แต่ในบางโครงการที่ศึกษาถึงแม้สัญญาจะระบุให้การจ่ายเงินเป็นแบบเหมาจ่ายแต่จะมีเงื่อนไขการจ่ายเงินตามปริมาณที่ก่อสร้างจริง ดังนั้นหากปริมาณงานที่ทำจริงน้อยกว่าที่ตกลงไว้มากผู้รับจ้างจะสูญเสียโอกาสในการได้รับค่าใช้จ่ายการเคลื่อนย้ายเข้าช่วงเริ่มงานกลับคืน ในทางกลับกันถ้าหากปริมาณที่ทำจริงมากกว่าที่ตกลงไว้ ผู้รับจ้างจะไม่ได้รับค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกินมานี้

จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์และจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารการทำงานจริงของแต่ละกลุ่มปัจจัยเสี่ยงข้างต้นพบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่เคยเกิดขึ้นจริงในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาทั้งสิ้น 24 ปัจจัยเสี่ยง ส่วนอีก 10 ปัจจัยเสี่ยงขณะที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ยังไม่เคยเกิดขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2-5.3

ตารางที่ 5.2 ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษา

ลำดับที่	รหัส	ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)
1	F11	การเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุอุปกรณ์
2	F12	ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา
3	F31	สภาพโครงการที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้
4	F32	สภาพโครงการที่แตกต่างจากเงื่อนไข
5	F33	ความถูกต้องและความเพียงพอในการสำรวจสภาพชั้นดินและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ
6	F34	ความผิดพลาดในการตีความข้อมูลสภาพโครงการที่ผู้ว่าจ้างจัดให้
7	F35	การดำเนินการจัดหาพื้นที่และเวนคืนที่ดินระหว่างก่อสร้าง
8	F36	การส่งมอบสถานที่ก่อสร้างล่าช้า
9	F37	การเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภคเดิมและการดูแลเฝ้าระวังการทรุดตัวของดิน
10	F41	ความล่าช้าในการพิจารณาอนุมัติและตรวจรับงานโดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
11	F43	ความชำนาญและความสามารถของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง และผู้จัดหาวัสดุ
12	F52	การวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน
13	F53	ความบกพร่องในการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง
14	F54	ความพร้อมและคุณภาพของวัสดุและเครื่องจักรอุปกรณ์
15	F55	การเคลื่อนย้ายและจัดการวัสดุจากการขุดเจาะ
16	F56	การปฏิบัติงานที่ไม่ปลอดภัย
17	F57	การปฏิบัติงานที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม
18	F61	ความบกพร่องของการออกแบบ
19	F62	การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ
20	F63	ความคลาดเคลื่อนและความไม่สมบูรณ์ของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบ
21	F72	ความล่าช้าในการเบิกจ่ายเงินตามสัญญาและส่วนเพิ่มเติม
22	F73	การเปลี่ยนแปลงงาน
23	F74	ความล่าช้าในการประเมินและเจรจาตกลงส่วนเปลี่ยนแปลงงาน
24	F75	ความแตกต่างของปริมาณงานที่ทำจริงกับปริมาณงานตามสัญญา

ตารางที่ 5.3 ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษา

ลำดับที่	รหัส	ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)
1	F13	การเปลี่ยนแปลงกฎหมาย นโยบาย และข้อบังคับต่างๆ
2	F21	สภาพอากาศที่เลวร้าย
3	F22	เหตุสุดวิสัยเนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว ดินถล่ม น้ำท่วม ฯลฯ
4	F23	เหตุสุดวิสัยจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การปฏิวัติ ภาวะสงคราม ฯลฯ
5	F42	ประสิทธิภาพ ประสบการณ์ และความรับผิดชอบของตัวแทนผู้ว่าจ้าง
6	F44	ปัญหาด้านบุคลากรและแรงงานของผู้รับจ้าง
7	F45	การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ หรือผู้รับจ้างช่วง
8	F46	ปัญหาทางด้านการเงินของผู้รับจ้าง
9	F51	การคัดเลือกวิธีก่อสร้าง
10	F71	ความล่าช้าในการแก้ไขปัญหาข้อสัญญาและข้อโต้แย้ง

5.9 สรุปท้ายบท

ปัจจัยเสี่ยง หมายถึง สาเหตุทั้งจากภายในและภายนอก ซึ่งสามารถก่อให้เกิดเหตุการณ์เสี่ยงที่ส่งกระทบต่อโครงการในด้านระยะเวลาหรือด้านค่าใช้จ่าย สำหรับงานวิจัยนี้ปัจจัยเสี่ยงในระดับโครงการที่สำคัญอันมีโอกาสเกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงการก่อสร้างอุโมงค์ รวบรวมได้จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย การศึกษาวิธีการขุดเจาะอุโมงค์ การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารการทำงานจริง และการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ภายในโครงการที่ศึกษา ทำให้สามารถรวบรวมปัจจัยเสี่ยงได้ทั้งสิ้น 34 ปัจจัยเสี่ยง โดยจำแนกออกเป็น 7 กลุ่มปัจจัยเสี่ยง และหากพิจารณาตามแหล่งที่ก่อให้เกิดปัจจัยเสี่ยงและความสามารถในการควบคุมได้ สามารถแบ่งปัจจัยเสี่ยงออกได้เป็น 2 แหล่งที่มา คือ ปัจจัยภายนอก ซึ่งประกอบด้วย 7 ปัจจัยเสี่ยง และปัจจัยภายใน ซึ่งประกอบด้วย 27 ปัจจัยเสี่ยง รายละเอียดของแต่ละกลุ่มปัจจัยมีดังนี้

1) กลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและกฎหมาย เป็นปัจจัยภายนอกที่เกิดจากการที่กฎหมาย พระราชบัญญัติ หรือกฎระเบียบข้อบังคับ มีการเปลี่ยนแปลงหรือบัญญัติขึ้นมาใหม่ในช่วงดำเนินงานก่อสร้าง ส่วนทางด้านเศรษฐกิจนั้นเป็นผลมาจากสภาวะเศรษฐกิจทั้งภายในและภายนอกประเทศ ซึ่งส่งผลให้ราคาวัสดุอุปกรณ์ ราคาเชื้อเพลิง หรืออัตราแลกเปลี่ยนเงินตรามีการเปลี่ยนแปลง

2) กลุ่มปัจจัยเนื่องจากเหตุสุดวิสัย เป็นปัจจัยภายนอกที่เกิดจากสภาพอากาศที่เลวร้าย ภัยธรรมชาติ หรือจากการกระทำของมนุษย์ ที่ไม่สามารถคาดการณ์ ป้องกันขัดขวาง หลีกเลี่ยง และไม่สามารถเอาชนะได้

3) กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพและสถานที่ก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากเกิดขึ้นบ่อย และส่งผลกระทบอย่างมากต่องานขุดเจาะอุโมงค์ เกิดจากสภาพธรณีวิทยา สภาพน้ำใต้ดิน และสิ่งปลูกสร้างใต้ดิน นอกจากนี้รวมไปถึงปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากการดำเนินการจัดหาพื้นที่ การส่งมอบสถานที่ก่อสร้าง การเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภคเดิม และการดูแลเฝ้าระวังการทรุดตัวของดิน

4) กลุ่มปัจจัยด้านผู้ปฏิบัติงาน เกิดเนื่องจากความสามารถ ประสบการณ์ ความรับผิดชอบ และการประสานงาน ที่เกี่ยวข้องกับผู้ว่าจ้าง ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง ผู้จัดหาวัสดุ และแรงงาน ซึ่งโครงการก่อสร้างอุโมงค์เป็นโครงการขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนจึงจำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความพร้อมและความสามารถที่พิเศษต่างจากงานก่อสร้างทั่วไป

5) กลุ่มปัจจัยด้านการปฏิบัติงานและเทคนิคก่อสร้าง ประกอบด้วยการคัดเลือกวิธีการก่อสร้างให้เหมาะสมกับสภาพการขุดเจาะ การวางแผนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการ การควบคุมคุณภาพทั้งส่วนของงานก่อสร้างและเครื่องจักรอุปกรณ์ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

6) กลุ่มปัจจัยด้านการออกแบบ ซึ่งเกิดจากความบกพร่องของการออกแบบทำให้ไม่สามารถก่อให้เกิดโครงการได้ตามที่ต้องการ หรือส่งผลต่อความสามารถในการก่อสร้างได้ นอกจากนี้ยังเกิดจากความบกพร่องของแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบ

7) กลุ่มปัจจัยด้านสัญญาจ้างก่อสร้าง ปัญหาที่มักเกิดขึ้น คือ ความขัดแย้งและความไม่ชัดเจนของข้อสัญญา ทำให้เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการเจรจาตกลงหรือปรับแก้ข้อสัญญา โดยการแก้ไขปัญหาที่ช้าหรือการแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับปัญหาที่ไม่ทันเวลาย่อมส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานและก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

จากปัจจัยเสี่ยงที่รวบรวมได้ทั้ง 34 ปัจจัยเสี่ยงพบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่เคยเกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ที่ศึกษาทั้ง 5 โครงการ จำนวน 24 ปัจจัยเสี่ยง ส่วนปัจจัยเสี่ยงที่เหลือนั้นขณะที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลยังไม่เคยเกิดขึ้น โดยปัจจัยเสี่ยงที่รวบรวมได้ในบทนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์การจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้างก่อสร้างอุโมงค์ที่ใช้ในปัจจุบันของโครงการกรณีศึกษาและการจัดสรรความเสี่ยงในสัญญาจ้าง FIDIC ต่อไป